

Wigner Jenő
élete és munkássága

Wigner Jenő: Mi a fizika?

Wigner Jenő élete

Mit adott az Alma Mater?

A Nobel-díj

Magyar, illetve magyar származású
Nobel-díjasok

Wigner hatása

X. ÉVFOLYAM 2002

1

A FIZIKA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Bonifert Domonkosné dr.

főiskolai docens

A szerkesztőbizottság:

Dr. Kövesdi Katalin

főiskolai docens

Dr. Molnár Miklós

egyetemi docens

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3/B

Tel.: (62) 470-101,

FAX: (62) 554-666

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltán

Tördelőszerkesztő: Forró Lajos

Borítóterv: Deák Ferenc

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió

6701 Szeged, Pf. 301

Éves előfizetési díj: 980 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:

Szeged, Csongrádi sgt. 73.

Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent az Oktatási

Minisztérium támogatásával.

A Fizika Tanításában megjelenő

valamennyi cikket szerzői jog

védi. Másolásuk bármilyen

formában kizárólag a kiadó

előzetes írásbeli engedélyével

történhet.

ISSN 1216-6634

Készült

az Innovariant Kft.-ben, Szegeden

Felelős vezető: Drágán György

TARTALOM

Wigner Jenő élete és munkássága

Wigner Jenő: Mi a fizika?

Wigner Jenő élete

Gyermekkor – iskolaévek

Pályaválasztás

Az iskoláról

Mit adott az Alma Mater?

Egy tudós pályakezdése (1924-1930)

Kényszerű kivándorlás az Újvilágba (1930-1937)

Az első atommérnök

A Nobel-díj

A díj és az érem

Magyar, illetve magyar származású

Nobel-díjasok

Néhány magyar származású tudós a XX. századból

Wigner hatása

„Magyarok keze nyoma az egész XX. századon”

(The New York Times, 1998. március 20.)

A hidegháború korszaka

Társadalmi hatása

Tudományos kisugárzás

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve (két példányban), floppy lemezen vagy e-mailen (kattila@mozaik.info.hu) küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 8-10 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés). A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézetek név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalom alfabetikus sorrendben készüljön. Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.



Wigner Jenő (1902-1995)

Wigner Jenő élete és munkássága

100 éve született Wigner Jenő a XX. sz. egyik legnagyobb fizikusa, aki ahhoz a „magyar jelenség”-hez tartozik – ide sorolhatók pl. Hevesy György, Gábor Dénes, Szilárd Leó vagy Teller Ede is –, akit nem a Nobel-díj tett világhírű tudóssá, hanem aki hozzájárult ahhoz, hogy az egész Nobel-intézmény megőrizze kiemelkedő rangját, aki nélkül a Nobel-díj értéke messze nem lenne az, ami.

Világhírét azonban nem a kitüntetései és díjai alapozták meg, hanem azok a jelentős felfedezések, melyek az első atommáglya majd reaktor tervezéséhez és felépítéséhez fűződnek, vagy a kvantummechanikai állapot egyik alapfüggvényének – a Wigner-függvénynek – a felfedezése.

A Fizika Tanítása jelen számával is szeretnénk méltóképpen tisztelni a tudós emléke előtt. Ez **az összeállítás része** egy, a dél-alföldi régió iskoláiba **2002. január 3-án útjára indított vándorkiállításnak, melyet a SZTE JGYTFK Fizika Tanszéke készített.**

Wigner Jenő: Mi a fizika?

„A fizikus érdeklődése arra irányul, hogy feltárja az élettelen természet törvényeit. Ahhoz, hogy ezt a kijelentést megértsük, elemeznünk kell a „természettörvény” fogalmát.

A világ körülöttünk zavarbaejtően bonyolult, s ami vele kapcsolatban a legnyilvánvalóbb, az az, hogy a jövőt nem vagyunk képesek előre látni. Bár az anekdota csupán az optimistáknak tulajdonítja a nézetet, mely szerint a jövő bizonytalan, az optimistának ebben az esetben igaza van: nem tudjuk megjósolni a jövőt. Mint Schrödinger megjegyezte, csoda, hogy

a világ zavarbaejtő bonyolultsága ellenére bizonyos szabályszerűségek fedezhetők fel az eseményekben. Egy ilyen szabályszerűség, melyet Galilei fedezett fel, az, hogy két kódarab, ha azokat egyidőben, ugyanazon magasságból leejtjük, egyidőben ér földet. A természettörvények ilyen szabályszerűségekre vonatkoznak. A Galilei által felismert szabályszerűség prototípusa a szabályszerűségek kiterjedt osztályának. Ez a szabályszerűség három okból meglepő.

Először azért meglepő, mert nem csak Pisában és Galilei idejében volt igaz; igaz mindenütt a Földön, igaz volt mindig, s mindig az is lesz. A szabályszerűség e sajátágában egy invariancia-tulajdonságot ismerünk meg; mint nemrég alkalmam volt rámutatni, ilyen invarianciaelvek nélkül, mint amelyet Galilei megfigyelésének fenti általánosítása tartalmaz, lehetetlen volna a fizika.

A második meglepő vonás az, hogy a tárgyalt szabályszerűség oly sok feltételtől független, melyek hatással lehetnének rá. Érvényessége független attól, esik-e az eső vagy sem, szobában végezzük-e a kísérletet vagy a ferde toronyból, s az sem számít, férfi-e vagy nő a kódarabot leejtő személy. Érvényes akkor is, ha a két kódarabot egyidejűleg, ugyanazon magasságból két különböző személy ejti le. Nyilvánvaló, hogy még számtalan más feltétel van, melyek mind lényegtelenek a Galilei-féle szabályszerűség érvényessége szempontjából. Azt, hogy ez a sokféle körülmény, melyeknek *lehetne* szerepük az észlelt jelenségekben, mind lényegtelen, ugyancsak nevezték invarianciának. Ezen invariancia jelensége azonban az előzőétől különböző, minthogy ez nem fogalmazható meg általános elvként. Annak felderítése, hogy

mely feltételek befolyásolják a jelenségeket s melyek nem, része a jelenségkör kezdeti kísérleti vizsgálatának. A kísérletezőt ügyessége és leleményessége vezeti rá azokra a jelenségekre, amelyek viszonylag kisszámú, ismételt és viszonylag könnyen megvalósítható feltételtől függenek. A tárgyalt esetben a legfontosabb ez irányú lépés az volt, hogy Galilei a viszonylag súlyos testek megfigyelésére szorítkozott. Itt is igaz: ha nem volnának olyan jelenségek, amelyek kisszámú, jól kézbe tartható feltételektől eltekintve függetlenek a körülményektől, lehetetlen volna a fizika.”

Wigner Jenő élete

Gyermekkor – iskolaévek

Wigner Jenő 1902. november 17-én született Budapesten. Édesanyja Einhorn Erzsébet, édesapja Wigner Antal, az úpesti Mauthner bőrgyár üzemvezetője.

„Mint a többi gyerek, én is saját beleegyezésem nélkül jöttem a világra. Milyen kár, hogy nem emlékezünk arra a napra, amikor megszű-



A hároméves Wigner Jenő, édesanyja, nővére, Márta és húga, Mancsi társaságában

lettünk. Milyen szép emlék volna! De amint tudatosult bennem, hogy élek, boldoggá és kíváncsivá tett a körülöttem levő világ. Magamban köszönetet mondtam a szüleimnek, hogy életet adtak nekem.”

A jómódú család Jenőt **1912-ben a Fasori Evangélikus Gimnáziumba** íratta be. A gimnáziumi évek, az őt tanító egykori tanárok egy életre szóló nyomot hagytak a tudósban. Egykori iskolájáról, a tanáraitól így emlékezett:

„Különösen hálás vagyok az ágostai hitvallású evangélikus főgimnáziumnak, ami a Fasorban volt, és ahol annyi mindent tanultam. Nemcsak tudományt és szakmai tudást, hanem emberi dolgokat is, és az elkötelezettséget a tudomány, a tudás és a tanítás iránt... Az volt a szép a Fasori Gimnáziumban, hogy a tanárokat érdekelte a tanítás. Amikor az iskolaigazgató nyugalomba vonult, Rátz Lászlót nevezték ki igazgatónak. Másfél év múltán azonban úgy érezte, hogy jobb tanítani, mint igazgatni; lemondott az igazgatóságról. Rátz László egész életét a tanításnak szentelte, nem csinált semmi mást... Borzasztó sokat tett azért, hogy felkeltse a gimnáziumi vagy a középiskolák tanulóinak érdeklődését a matematika iránt... Nekem Rátz László könyveket adott, amikből nagyon sokat tanultam... Kevés olyan ember volt, mint Rátz László, aki szeretett tanítani, akit érdekeltek a diákok. Nehéz olyan iskolákat csinálni, mint a Fasori Gimnázium volt.”

Pályaválasztás

A kiegyezés után Magyarországon hatalmas gazdasági és kulturális fejlődés következett. Elsősorban Eötvös József kezdeményezésére megújították a magyar iskolarendszert. Gimnáziumok egész sora alakult, ahol a legjobb pedagógiai elvek alapján, nagyszerű tanárok seregének munkájával oktattak és neveltek. Sokszor emlegetik a budapesti Fasori Evangélikus Gimnáziumot, mint ahol annyi magyar kiválóság érettségizett.

Wigner Jenő 10 éves volt, amikor 1912-ben édesapja beíratta ebbe a híres Fasori Evangélikus Gimnáziumba, ahová annak idején ő maga is járt.

Egész életére meghatározó volt, hogy itt mind tanárai, mind diáktársai – mint az később bebizonyosodott – egész lényükkel fordultak a tudományok felé. Olyan diáktársak mellett, mint Neumann János, Teller Ede csak versengeni lehetett, s olyan tanárok irányításával, mint Mikola Sándor, Rátz László, Kürschák József e versengésnek csak olyan eredménye lehetett, mint a későbbi Nobel-díj.

Wigner Jenő így ír: **„Megismételjem, hogy hálával és szeretettel gondolok a középiskolára, ahol oly sokat tanultam? Hogy gyakran emlékezem vissza, talán vágyódással, a napokra, melyeket benne töltöttem? Hogy órákig tartana, ha mindarról beszámolnék, amire vele kapcsolatban emlékezek?”**

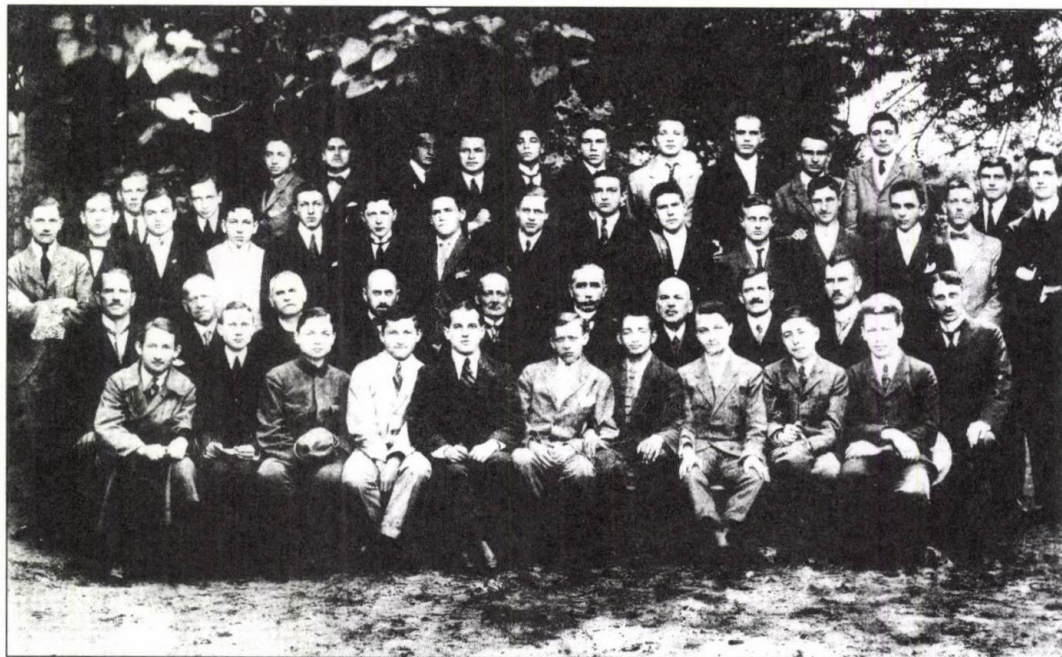
Nem csak a középiskolai tanáira emlékezik hálával és szeretettel. Szóljon erről a következő idézet is: „Rátz László mellett Polányi Mihály (aki a berlini egyetemen tanította) volt a legkedvesebb tanárom. A legszebb adottsága az volt, hogy meleg szívvel bátorította a fiatalokat.”

Wigner Jenő Pálnak – közeledvén a középiskolai tanulmányainak a befejezése – 17 évesen nagyon érdekesen zajlott le édesapjával való beszélgetése a későbbi pályaválasztást illetően: „Édesapám megkérdezett: Fiam, ha felnősz, mi akarsz lenni? Rövid hallgatás után ezt válaszoltam: Apám, ha őszinte akarok lenni hozzád, azt kell mondanom, hogy fizikus szeretnék lenni. Apám látnivalóan ezt a választ várta és rögtön rákérdezett: Mondd fiam, ebben az országban hány fizikusi állás lehet? Némi túlzással ezt válaszoltam: Azt hiszem, négy. És azt hiszed, hogy te fogod megkapni a négy állás egyikét? Így történt, hogy vegyészmezőnő lettem.”

Pedig nagyszerű fizikatanárára, Mikola Sándorra így gondolt:

„Fizikát persze Mikola Sándortól tanultunk, és büszkén mondhatom, hogy két év múlva a fizikai kurzus a budapesti Műegyetemen vagy a berlini Technische Hochschuleban majdnem teljesen ismétlésnek tűntek fel.”

És hogy ezek a fiatakkori élményei, a matematikával és fizikával való találkozása nem volt hiábavaló, további életútja jelzi.



Az iskoláról

A XX. század sikeres és nagy magyarjai mindnyájan egyetértettek abban, hogy eredményeiket elsősorban a báró Eötvös Loránd által létrehozott nagyon eredményes iskolarendszernek és oktatásnak köszönhették. Érdemes idézni Wigner Jenőt és a Wolf-díjas Telegdi Bálintot.

Wigner Jenő, a budapesti Fasori Evangélikus Gimnázium diákja:

„Arra szeretném ráirányítani a figyelmet, hogy mennyire tanárainknak köszönhetjük érdeklődésünket, magatartásunkat a tudomány iránt. Az én történetem Magyarországon kezdődött el a gimnáziumban, ahol matematikatanárom, Rátz László könyveket adott olvasásra, érzéket fejlesztett ki bennem tárgyának szépsége iránt.

Az volt a szép a Fasori Gimnáziumban, hogy a tanárokat érdekelte a tanítás. Amikor az iskolagazgató nyugalomba vonult, Rátz Lászlót nevezték ki igazgatónak. Másfél év múltán azonban úgy érezte, hogy jobb tanítani, mint igazgatni; lemondott az igazgatóságról. Rátz László egész életét a tanításnak szentelte, nem csinált semmi mást. Neumann Jánosnak különórát adott, mert tudta, hogy Neumann úgyis tudja azt, amit a rendes diákok tanulnak. Neumann János egy osztállyal alattam járt, három osztállyal fölöttem matematikából. Nekem Rátz László könyveket adott, amikből nagyon sokat tanultam. Azoknak, akiket érdekelt a matematika, Rátz László gyorsan megtanította a differenciálhányadost és alkalmazásait. És sok minden mást. Nagyon érdekelték a diákok. Ez nagyon szép volt. Kevés olyan ember volt, mint Rátz László, aki szeret tanítani, akit érdekelnek a diákok. Nehéz olyan iskolákat csinálni, mint a Fasori Gimnázium volt. Ezt nagyon erősen érzem Amerikában. A középiskolák ott korántsem olyan jók, mint a Fasori Gimnázium volt.

Az ünnepelés nagyon indokolt: azt kell ünnepelni, hogy milyen jók voltak a magyar iskolák, amikor engem tanítottak, és milyen jók – remé-

lem – ma is, noha jelenleg nem vagyok diák. A Jó Isten segítse magukat!”

Telegdi Bálint:

„Eötvös Loránd maradandó hatása hazájára nem is az egyetemen volt, hanem a középiskolában. Mindent megtett, hogy a fizikatanárok értsék a fizikát. Amikor a külföldön működő magyar fizikusok hálával szólnak a magyar gimnáziumokról és tanárokról, akkor ez a dicséret jogos. Ez Eötvös igazi öröksége. – Amerikában gyakorlatilag nem létezik középiskola. 18 éves korig alig tanulnak valamit, az iskolába járás célja a „társadalmi beilleszkedés”. Talán nem is a kiváló magyar tudósok a csodálatraméltóak. Azon kell meglepődnünk, hogy jó amerikai fizikusok is vannak.”

Az amerikaiak szerint Wigner, mint marslakó, a világ legjobb iskolájából, a híres Fasori Evangélikus Gimnáziumból jött, ahol rajta kívül még a Nobel-díjas Harsányi János és a legzeniálisabb matematikus, Neumann János is tanult. **Wigner sohasem mulasztotta el az alkalmat, bárhol is legyen a világban, hogy ne szóljon iskolájáról, tanáiról a legmélyebb szeretet és megbecsülés hangján.** Ma már több iskola viseli Wigner Jenő nevét, s az evangélikus gimnáziumok rendszeresen szerveznek Wigner Jenő feladatmegoldó versenyeket.

Idézzük Oláh György Nobel-díjas kémikust a vele készült interjúból; („Mit adott Magyarország az Egyesült Államoknak?” Az interjút készítette Márton Géza 1997. január 14-én)

– Professzor úr! Milyen szerepe van a tudományos eredményekben annak az iskolának, ahol az illető tudós tanult és az alapismereteket elsajátította?

– Azt hiszem, hogy mindenkinek, aki tudományos pályára ment a legfontosabbak az alapok. Nekem szerencsém volt, mivel Magyarországon nőttem fel, és jó iskolázást kaptam. De nem lehet azt mondani, hogy az alapok garantálják azt, hogy 20 vagy 30 év múlva lesz valakinek valami ötlete, ami be is válik.

Ha valaki a gyerekeit vagy unokáit figyeli, akkor látja, hogy személyiségük már fiatal korban kialakul. Az azonban az egész biztos, hogy különösen azon a tudományos területen, amit én jobban ismerek, az iskolázás, a szellemi kifejlődés nagyon fontos. És a tanulás sosem ér véget. Olyan ütemű a haladás, hogy mindannyian tanulunk egész életünk során. Az ember tanít egy egyetemen, de maga is tanul, mert ha nem tanulna szüntelen, akkor nagyon rövid idő alatt teljesen kiesne a tudományából. Ez a tudománynak, a technikának és más gyorsan fejlődő területeknek a kihívása. Talán ez biztosítja, hogy az ember még idősebb korban sem ég ki nagyon, mert szüntelen fejlődés még az idősebb generációt is fiatalon tartja.

Egy fiatalabb pályakezdő fizikus, matematikus, kémikus részint személyes becsvágyból, részint a szakterület iránti kíváncsiságból igyekszik az eredményeket megismerni, igyekszik összevetni ezt saját tudásával, és ezek alapján igyekszik továbbfejleszteni saját tudását. Az érdeklődés és a kíváncsiság alapvető. Miért megy valaki tudományos pályára?

Nem hiszem, hogy az anyagi ok jelentős. Ennyi erővel, befektetéssel más területen sokkal többre vinné valaki. Azt hiszem, a kutató emberbe bele van építve ez az alapvető érdeklődés, hogy igyekszik megérteni dolgokat, igyekszik megérteni, hogy mi van a természetben, és ha megérti, bizonyos fókig továbbfejleszti a megértést. A másik szempont, amit mondott, egy általános emberi tulajdonság. Ha valaki egy futbalcsapatban játszik, tudja, hogy mindenki gólt akar rúgni, és ő is álmodozik arról, hogy egy nagy mérkőzésen az utolsó percben ő fogja a győztes gólt rúgni. Gondolom, egy muzsikusból, egy zeneszerzőből, egy színészből, egy íróból szintén benne van ez az emberi tulajdonság, hogy igyekszik valamit csinálni, amiről azt hiszi, hogy elismerést fog hozni számára és munkájára. Azt hiszem, hogy a tudományban is így van, de nem ez a döntő szempont. Tudományt úgy nem lehet csinálni, hogy az ember

eredményt akar elérni. Először valamint csinálni kell, azután jön minden más.

– Számos amerikai tudós magyarnak született. Olyanokra gondolok, mint Neumann János, Szilárd Leó, Teller Ede, Wigner Jenő, Kármán Tódor vagy Bay Zoltán. Találkoztok-e velük?

– Ugyan már nem vagyok fiatal, de náluk még egy generációval fiatalabb vagyok. Akiiket említett, azok közül a legtöbben nem élnek már. Teller Edét ismerem, jópárszor találkoztunk. Megítélésem szerint Teller sokban hozzájárult ahhoz, hogy a világ békés maradt. Sokan azt mondják, hogy az atombomba az emberiség legnagyobb veszélye volt. Én azt hiszem, hogy az atombomba megőrizte a békét. Nem tudom, hogy nélküle 50 évig a világ megmaradt volna-e egy nagy összeütközés nélkül. Csak azt tudom elmondani, hogy tavaly a Nobel-díj után meghívtak a Fehér Házba. Az egyik szobában az első amerikai béke Nobel-díj van kiállítva. Teddy Roosevelttel kapta, akit mindig úgy emlegetnek, hogy egy nagy bottal járt, és rendet csinált. A békecsináláshoz egy erős bot, egy erős fegyver nagyon hasznos. Kármán Tódor is itt élt Los Angelesben, és nagyon ismert volt. Alapvetően hozzájárult a légköves repülőgépek megalkotásához. Ezeknek a magyar származású tudósoknak nagy reputációja van. Hogy ehhez egy kis mértékben én is hozzá tudtam járulni, az nagy öröm számomra. Én talán egy szempontból különbözök az említettek nagy részétől. Én Magyarországon nőttem fel, minden iskolámat Magyarországon végeztem, 29 éves koromig éltem Magyarországon. Sokan az említettek közül képzésüket Magyarországon csak kezdték. Úgy tudom, nagy elismeréssel beszélnek iskolájukról. Talán szabad nekem is egy jó szót mondani iskolámról, a piaristákról. Nemcsak a Minta- és evangélikus gimnázium volt kiváló, a piaristáké is jó iskola volt. Hevessy György is a piaristákhoz járt, bár ezt akkoriban nem tudtam. Én teljes kiképzésemet Magyarországon kaptam, talán ez is mutatja, hogy a magyar iskolarendszer

nagyon jó volt, sokban hozzájárult a fejlődéshez. Tudom, hogy nagy nehézségek vannak, de én nagyon remélem, hogy odahaza megértik, a közelgő 21. században a legnagyobb értéke minden nemzetnek az lesz, hogy mit tud a fiatalsága. A képzés, a tanítás, a nevelés egészen alapvető fontosságú. A 19. és a 20. században a gazdasági kincsek befolyásolták nagymértékben, hogy mely nemzetek tudtak előrejutni. Meg vagyok győződve, hogy a 21. században az fogja átvenni a döntő szerepet, hogy egy ország mit tud, mit képes nyújtani fiatalsága neveltségében és szakértelmében.

– *Professzor úr, a fiatalság nevelésének és szakmai nevelésének kérdése független tud lenni az anyagi léttől?*

– Nem szabad elfelejteni, hogy az anyagi nehézségek remélhetőleg átmeneti jellegűek. A nevelést úgy kellene felfogni, mint befektetést a jövőre. És az iskola tényleg befektetés a jövőre. Mert egy ország jövője attól függ, hogy mit fog tudni termelni, mit fog tudni nyújtani egy nagyon kompetitív világban. Lehet, hogy ma a munkabérek egyes országokban alacsonyak, de 10 vagy 20 év múlva ez másképpen fog kinézni. Nem szabadna a nevelést és az oktatást úgy felfogni, hogy nagy anyagi nehézségeink miatt nem tudunk többet megengedni magunknak. Úgy kell felfogni, ahogyan ez ténylegesen van, hogy az iskola egy jó befektetés a jövőre. Ha valaki almát akar eladni és a kertjében ültet almafákat, meg kell várnia, míg azok a fák felnőnek, hogy almát hozzanak. A jövőbe be kell fektetni, és a legjobb befektetés, amit egy ország csinálhat, az a fiatalság nevelése.

– Az almafa ott gyökerezik a talajban és nem tud elmenni egy másik országba, mert ott a nap jobban süt rá.

– Amikor a nevelésről, képzésről beszélünk, ez egy nagy skála. Nem arról a kisszámú tudósról beszélek, aki talán többre viszi egyik országban, mint a másokban. Ez ki fog egyenlítődni. Igaz,

hogy nehéz időkben nagyon nehéz bizonyos kutatásokat végezni tárgyi feltételek nélkül. De **amikor nevelésről beszélünk, akkor a fiatalok széles rétegét kell gondolni. A 21. század küszöbén állunk, nehéz elképzelni, hogy bárki egy üzemben vagy üzleti oldalon, vagy bármi más területen meg fogja tudni állni a helyét egy jó általános képzés nélkül.** Ebbe bizonyos fokú tudományos kiképzés is szükséges. Nézzünk ma egy háztartást: a televíziót, a háztartási gépeket, az autót használni kell tudni. Enélkül nem lehet élni. Nem csak írni kell megtanulni, hanem ma már számítógépet is kell tudni használni. Minden társadalomban rétegek alakulnak ki. Lesz egy kis réteg, aki kutatóként dolgozik majd, de ez egy elenyésző kis réteg. A tudomány teljesen nemzetközi. Nem lehet elképzelni, hogy egy ország egyedül vigye előre a tudást. De **egy ország, amelynek nincsenek nagy természeti kincsei, nagy területe, sok bányája vagy kőolaja, annak legnagyobb kincse a lakossága.**”

Mit adott az Alma Mater?

„Szüleim választották a Fasori Gimnáziumot, akkor az Magyarország egyik legjobb iskolája volt, ahol Neumann János és Wigner Jenő is tanult. Nagyon boldog voltam a gimnáziumban, kiváló nevelést kaptam. 1937-ben, az érettségi évében első díjat nyertem az Országos Matematikai Tanulmányi Versenyen.

Az iskolában a humán tárgyak is, a matematika is érdekelt. Csernák tanár úr inspirált leginkább. VII. gimnáziumban külön példákat adott nekünk, amelyet szorgalomból az osztálynak legalább a fele meg próbált oldani. Érdeklődésemet észrevéve fölhiúta a figyelmem a Középiskolai Matematikai Lapokra. Eközben magam fedeztem föl, mit jelenthet egy negatív hatványkitevő, és mennyi egy negatív szám faktoriális. Amikor Csernák tanár úr elment az iskolából, Renner József vette át mind a matematikát, mind a fizikát. Ő Eötvös Loránd tanítványa és munkatársa volt.

Az angolszász iskolarendszer túlspecializált. Ismerek kiváló közgazdászokat, és megdöbbenett, amikor kiderült: fogalmuk nincs, mire való a máj és vese. Amerikában vannak kiváló orvosok, de azok csak orvosi szakkönyveket olvasnak. A magyar iskolák nagyon jók. Amikor iskolába jártam, mindenkinek kellett latint, matematikát és fizikát tanulnia. A latin nyelvtan jó bevezető az idegen nyelvek tanulásához. Én magam harmadik lettem az Országos Görög Tanulmányi Versenyen. Szerencsémnek tartom, hogy Pesten járhattam gimnáziumba.”

(Részlet **Harsányi Jánosnak** a Nobel-bizottsághoz leadott önéletrajzából)

„Az, hogy az iskolában miként tanuljuk meg a gondolkodás elemeit, meghatározza későbbi intellektuális képességeinket. Nekem az iskola alapot adott az induktív gondolkodásra, arra, hogy speciális példákából általános szabályokat vezessek le. Olyan megközelítés ez, amelyet egész életemre magammal vittem.”

(**Kármán Tódor**, a budapesti Trefort utcai Mintagimnázium volt diákja, az aerodinamika világhírű művelője)

„A mai napig hálával gondolok a Debreceni Református Kollégiumban eltöltött 8 diákévre (1910-1918). Hogy miért vagyok hálás az iskolának? – Mert felölelte az emberi szellemnek azt a hármas tevékenységét, amely nélkül nem ember az ember: az értelmet (tudást), a népnek (művészetnek) a szeretetét és az erkölcsöt.”

(**Bay Zoltán**, a radarcsillagászat megalapítója)

„Tudományos pályához legfontosabb a jó megalapozás, amire később ráépíthető a folyamatosan gyűjtött tudás. A két világháború közt nőttem fel. Iskolámnak szigorú és elváró tanterve volt, ami a human órákat is hangsúlyozta, latin, német, francia kötelező volt. Nagyon érdekelt az irodalom és történelem. Ma is szeretek olvasni, azt hiszem, ezt széles körű iskolai neveltetésemnek köszönhetem.”

(Részlet **Oláh Györgynek**, a budapesti Piarista Gimnázium volt diákjának a Nobel-bizottsághoz beadott önéletrajzából)

„A Fasori Evangélikus Gimnázium abban az időben talán Magyarország legjobb gimnáziuma volt, de valószínűleg a világon is az egyik legjobb iskola. Legalább két tanára végzett önálló kutatómunkát, ha szerény keretek között is. A tanárok többsége odaadó figyelemmel tanított, nevelte a gondjaikra bízott fiatalokat.”

(**Neumann János**, a kvantummechanika vezéregyénisége, az elektronikus számítógép felfedezője)

„Arra szeretném ráirányítani a figyelmet, hogy mennyire tanárainknak köszönhetjük érdeklődésünket, magatartásunkat a tudomány iránt. Az én történetem Magyarországon kezdődött el a gimnáziumban, ahol matematikatanárom, Rátz László könyveket adott olvasásra, érdeket fejlesztett ki bennem tárgyának szépsége iránt.

Az volt a szép a Fasori Gimnáziumban, hogy a tanárokat érdekelte a tanítás. Amikor az iskolaiigazgató nyugalomba vonult, Rátz Lászlót nevezték ki igazgatónak. Másfél év múltán azonban úgy érezte, hogy jobb tanítani, mint igazgatni; lemondott az igazgatóságról. Rátz László egész életét a tanításnak szentelte, nem csinált semmi mást. Neumann Jánosnak különórát adott, mert tudta, hogy Neumann úgyis tudja azt, amit a rendes diákok tanulnak. Neumann János egy osztállyal alattam járt, három osztállyal fölöttem matematikából. Nekem Rátz László könyveket adott, amiből nagyon sokat tanultam. Azoknak, akiket érdekelt a matematika, Rátz László gyorsan megtanította a differenciálhányadost és alkalmazásait. És sok minden mást. Nagyon érdekelték a diákok. Ez nagyon szép volt. Kevés olyan ember volt, mint Rátz László, aki szeret tanítani, akit érdekelnek a diákok. Nehéz olyan iskolákat csinálni, mint a Fasori Gimnázium volt. Ezt nagyon erősen érzem Amerikában. A középiskolák ott korántsem olyan jók, mint a Fasori Gimnázium volt.”

(**Wigner Jenő** a budapesti Fasori Evangélikus Gimnázium volt diákja)

Egy tudós pályakezdése (1924-1930)

1924. Diplomáját Berlinben a Technische Hochschuleban szerzi meg, mint vegyész-mérnök. Itt találkozik von *Neumannal*, akit szintén szülei küldtek vegyészpályára, illetve *Szilárd Leóval*, *Gábor Dénessel* és *Teller Edével* is.

1925. Folytatva tanulmányait ugyanitt le is doktorál statisztikus mechanikából. Témavezetője korábbi tanára, Polányi Mihály volt.

1925. Apja hazahívja, hogy bőrgyárában vegyész-mérnökként dolgozzon, mert apja szerint ez jobb megélhetést biztosított Magyarországon. Bár apja kérésének eleget tett, de nem szerette ezt a munkát, és nem volt megelégedve az akkori budapesti körülményekkel. Ebben az időben tanulta meg a kvantummechanika Heisenberg-féle mátrix leírását.

1926. Karl Weissenberg professzor meghívja a Berlii Egyetem Fizika Tanszékére segédmunkatársi kutatói állásra, melyet elfogad, és újra kiutazik. Kutatási területe a kristályok röntgensugaras vizsgálata. Ekkor kezdi el alkalmazni a csoportelméleti módszereket, elgondolkodik a csoportelmélet kvantummechanikai alkalmazhatóságán is.

1927. Richard Becker ajánlatára egy szemesztert tölt Göttingenben, mely abban az időben a matematikai és elméleti fizikai kutatások egyik leghíresebb központja volt. Itt határozta el, hogy életét a fizikának szenteli, és a csoportelmélet kvantummechanikai alkalmazását fogja továbbfejleszteni. Kutatásai során rámutatott, hogy atomok energiaszintjeinek alakulása az atomszerkezetért felelős elektromágneses erők tükrösszimmetriájának következménye. A tükrösszimmetria révén a paritás fogalma bevonult a kvantummechanikába.

1928. Visszatér a Berlii Egyetem Fizika Tanszékére, mint magántanár. A kémiai reakciók elméletével foglalkozik. Ekkor találkozik először Henry Eyringgel, aki később, princetoni tartózkodása alatt újra munkatársa lesz.

1930. Paul Ehrenfest ajánlatára Neumann Jánost meghívják az USA-ba, Princetonba, mivel Oswald Veblen, az ottani matematika professzor elhatározta, hogy Princetont Göttingen amerikai megfelelőjévé fejleszti. Neumann már az 1920-as évektől felismerte, hogy a különböző antiszemita irányzatok Európát egy új háborúba fogják sodorni. Neumann ragaszkodott hozzá, hogy csak Wignerrel együtt megy ki Princetonba. A princetoniak ebbe beleegyeztek, így mindketten félállásban a Princetoni Egyetemre kerültek.

Kényszerű kivándorlás az Újvilágba (1930-1937)

Az amerikai egyetemen töltött kezdeti évek Wigner számára viszonylag nehezek voltak. Nem csak az amerikai életformának az európaihoz képesti fesztelenségét találta idegennek, de különösen nehezen tudott ráhangolódni Princetonra, annak igen zárt társadalmi rendszerére.



Az első évben mind a matematika, mind a fizika tanszéken elégedettek voltak Neumann és Wigner munkájával, így a félállású alkalmazásukat egy ötéves periódussal meghosszabbították.

1933. Wigner vissza készült térni Berlinbe januárban, amikor Hindenburg elnök bejelentette Adolf Hitler kancellári kinevezését. Wigner megrémült, mivel tudta, hogy a berlini kinevezése ezzel megszűnt zsidó származása miatt. Így Budapestre tért vissza Berlin helyett. A politikai helyzet alakulása miatt elhatározta, hogy nem csak visszatér az USA-ba, hanem állampolgárságot kér, amit 1937-ben meg is kapott.

Az elkövetkezendő években nagy szakmai elismertséget vívott ki, mivel számos egyetem díszdoktorává avatta, és számos társaságnak lett tagja.

Díszdoktor

University of Wisconsin
Washington University
Case Institute
University of Alberta (Kanada)
University of Chicago
Bolyai College
University of Pennsylvania
Yeshiva University
Thiel College
Notre Dame University
Technische Universität Berlin
Swarthmore College
Université de Liège
University of Illinois
Seton Hall
Catholic University
The Rockefeller University

Egykori al-, majd rendes elnöke az

Amerikai Fizikai Társulatnak

Tagjává fogadta az

American Physical Society
American Nuclear Society
American Philosophical Society
American Mathematical Society

American Association of Physics Teachers
National Academy of Science
American Academy of Arts and Sciences
Royal Netherlands Academy of Sciences and Letters
American Association for the Advancement of Science

Levelező tagja volt

Gesellschaft der Wissenschaften (Göttingen)
General Advisory Committee to the U S Atomic Energy Commission

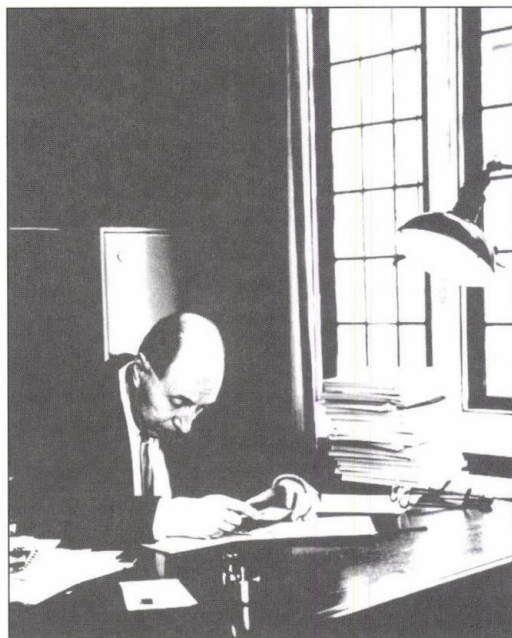
Külföldi tagja a

Royal Society of Great Britain-nek.

Az első atommérnök

Fébbben az időben elsősorban magfizikai kérdésekkel foglalkozott, ő fedezte fel, hogy az atommagban a protonok és neutronok száma azonos, valamint, hogy az atommagot összetartó erőnek nagyon rövid hatótávolságúnak és elektromos töltéstől függetlennek kell lennie.

1934-ben Wigner Jenő – Szilárd Leó felkérésére – az atomenergia felszabadításának lehetőségével kezdett el foglalkozni. Szilárd Leó eb-



ben az évben nyújtott be egy szabadalmi folyamodványt, „egy neutronokkal működő láncreakcióra. Neutron-láncreakciót metastabil elemekkel lehet megvalósítani. Ilyen elemen egy neutron befogadása annyi energiát tehetne szabaddá, ami lehetővé tenné az elem elbomlását és két neutron kilépését.” Az ötlet kísérleti megvalósítása azonban nem sikerült, egyetlen vizsgált elemmel sem tudták elérni a kívánt átalakulást, valamint újabb neutronok kilépését. 1939-ben Berlinben Hahn és Strassmann uránt sugárzott be neutronnal, az urán báriumra alakult, vagyis sikerült létrehozniuk az első atommaghasadást. Az Amerikában dolgozó kutatókat (Szilárd Leót, Wigner Jenőt, Teller Edét) ez a felfedezés nem csupán tudományos jelentősége miatt érdekelte. Az is meghatározó volt, hogy a II. világháború küszöbén éppen Németországban sikerült az első maghasadást létrehozni.

Szilárd Leó erről így írt egy levelében:

„néhányunkat érdekelni kezdte, hogy az uránban szabadulnak-e fel újabb neutronok. Ha hasadásonként egynél több neutron keletkezne, láncreakció bontakozhatna ki. Megfelelő körülmények között ez bomba megépítését is megengedné, ami rendkívül veszélyes lehetőség.”

Wigner Jenőék olyan következtetésekre jutottak, hogy az Egyesült Államoknak hamarabb kell megalkotnia az atombombát, mint Németországnak, mert ellenkező esetben a németek világalpolmi terveit semmi nem állíthatja meg.

A háborús események hatására Amerika 1942-ben kezdett hozzá, hogy önfenntartó nukleáris láncreakció létrehozásával próbálkozzon. A kutatás központja a Chicagói Egyetem Metallurgiai Laboratóriuma lett, Wigner vezette a munkák során az elméleti kutatócsoportot 1942-1945 között. A kísérleti munkák irányításával Enrico Fermi olasz tudóst bízták meg. Az első önfenntartó nukleáris láncreakció **1942. december 2-án valósult meg az úgynevezett atommáglyával. Ennek megvalósításánál két magyar is jelen volt, Wigner Je-**

nő és Szilárd Leó, ezenkívül az olasz Enrico Fermi és az amerikai Arthur H. Compton.

Wigner Jenő így emlékezett vissza erre a napra:

„A Stagg Field Stadion alatt egy nagy teremben álltam és Fermi figyelt. Ezen a szerdán reggel 8.30 táján közel 50 ember gyűlt össze a 10m×20m méretű teremben. Középen egy nagy máglya volt, fekete grafitéglákból és fagerendákból építve. Alapja négyzetalakú volt, fölfelé keskenyedett. Ebbe voltak beágyazva a grafitömbök. Fermi neutronelnyelő szabályzórudakat szerelt a máglya fölé. Vészhelyzetre gondolván még egy öngyilkos osztag is állt a máglya tetején, hogy szükség esetén vödörökből neutronelnyelő kadmiumsó vizes oldatát zúdítsa a máglyába, a láncreakciót leállítandó. A komoly munka 9.45 körül indult. 11.30-ra már majdnem megvalósult az önfenntartó láncreakció, de azt a reaktorba beengedett szabályzórudak megállították. Fermi mindnyájunkat ebédelni küldött, 2.00-kor jöttünk vissza. A balkon egyik végén logarléccel a kezében Fermi állt két főmunkatársával, Zinnel és Andersonnal. Mellettük Compton, az atomenergia-program igazgatója. Mi, a többi negyven a balkon másik végén gyűltünk össze, köztük volt régi barátom, Szilárd Leó is. Délután 3.30-kor neutronok számának emelkedését figyelve Fermi kiadta az utasítást, hogy a kadmium-tartalmú szabályzórudat 25 cm-es lépésekben emeljék. A neutronszámláló ketyegett: pitt-patt, pitt-patt, pitt-patt. Mind jobban megközelítettük az önfenntartó neutron-láncreakciót. Amikor a szabályzórudat teljesen kihúzták, a számláló minden korábrinál szaporábban ketyegett, ekkor tudtuk; a nukleáris láncreakció megvalósult. Kiszabadítottuk és sikeresen ellenőrzésünk alatt tartottuk az atommag energiáját. Az emberek mosolyogtak, egy-két taps is elhangzott. De mintegy 30 percen keresztül főként figyeltünk. A jelenet egyáltalán nem volt teátrális. Fermi a reaktor működését alacsony szinten tartotta, ezért nem fenyegetett, hogy kárt tesz bennünk. De a reaktor itt volt

előttünk és működött! Valamivel 4.00 óra előtt Fermi elrendelte a láncreakció leállítását. A szabályzórudakat visszaeresztették a máglyába, a reakció leállt. Mindnyájan azt vártuk, hogy a kísérlet sikerülni fog, és sikerült is.”

Compton a sikeres kísérletet így jelentette be egy telefonbeszélgetésben:

„Az olasz kormányos által használt hajót egy kanadai hajóács építette olyan ritka és drága anyagból, amit egy magyar fölfedező talált.”

Még 1942-ben Wigner megbízást kapott arra, hogy nagyteljesítményű reaktort tervezzen, amellyel atombombához alkalmas plutónium is termelhető. Ehhez Wigner ötlete alapján vizet választottak hűtőanyagnak, ami egyszerűségével igencsak meglepte a témával foglalkozó fizikusokat. 1942-ben a DuPont Vállalat megbízást kapott, hogy Wigner tervei alapján építse meg a reaktort, az építésre Hanforban került sor. Az első plutóniumszállítmány 1944 májusában indulhatott el. **Wigner csatlakozott azokhoz a mozgalmakhoz, amelyek az atombomba Japán elleni bevetését megakadályozni igyekeztek.**

A második világháború után igazgatója lett az Oak Ridge Nemzeti Laboratóriumnak, ahol az atomreaktorok fejlesztésével foglalkozott. Összesen 37, atomreaktorokra vonatkozó szabadalma van.

A Nobel-díj

A jelentős tudományos eredményeket a világon szinte mindenütt díjakkal is értékelik. Megkülönböztetett jelentősége van a különböző díjak között a Nobel-díjnak, melyet Alfred Nobel, dúsgazdag svéd gyáros és feltaláló alapított.

1895. november 27-én kelt végrendeletében egész vagyonát egy alapítványra hagyta:

„Hátramaradó vagyonom egészét a következőképpen kell kezelni: a végrendeleti végrehajtóim által biztos értékpapírokba fektetett tőke egésze képez egy alapot, amelynek kamatait

évente azok között osszák ki díjakként, akik a megelőző évben a legnagyobb szolgálatot tették az emberiségnek. A jelzett kamatokat öt egyenlő részre kell felosztani, amelyeket azután a következőképpen kell megosztani: egy részt annak a személynek, aki a legjelentősebb felfedezést tette a fizika területén; egy részt annak a személynek, aki a legjelentősebb felfedezést tette a kémia területén; egy részt annak a személynek, aki a legjelentősebb felfedezést tette az élettan, illetve az orvostudomány területén; egy részt annak a személynek, aki az irodalom területéhez a legkiválóbb idealisztikus beállítottságú alkotással járult hozzá; egy részt pedig annak a személynek, aki a legtöbbet, illetve a legjobbat tette a nemzetek közötti barátság ügyéért, az állandó hadseregek megszüntetéséért, illetve csökkentéséért, a békekongresszusok megrendezéséért és elősegítéséért.

A fizikai és a kémiai díjakat a **Svéd Tudományos Akadémia**; az élettani, illetve orvosi díjakat a stockholmi **Karolina Intézet**; az irodalmi díjat a stockholmi **Akadémia**; a béke előmozdításáért adandó díjat pedig a Norvég Stortinget (Parlament) tagjaiból választott, öt személyből álló **bizottság** ítéli oda. Kifejezett kéresem, hogy a díjak odaítélésénél ne játsszon szerepet a jelöltek nemzeti hovatartozása, hanem egyedül az, hogy az arra legérdemesebb kapja, függetlenül attól, hogy skandináv-e vagy sem.”

A díjat két egyenlő részre felosztva is ki lehet adni, ha mindegyik érdemes az elismerésre. Ha egy jutalmazni kívánt eredményt két vagy három személy ért el, akkor őket közösen lehet jutalmazni. Semmiképpen sem lehet azonban több, mint három személyt díjazni.

Az Alapítvány Ünnepi Napján, december 10-én, a végrendelkező halálának évfordulóján, a díjat odaítélő testületek minden egyes díjazottnak átadják a díj összegének megfelelő csekket, az oklevelet és egy, az alapító képmását ábrázoló és megfelelő felirattal ellátott aranyérmet.

A díj és az érme

Az érme a díjat a vagyon évi hozadéka, illetve a kamatok teszik, a díj összege évről évre változik. 1995-ben a díj összege meghaladta az egymillió dollárt.



Mindegyik díjazott kap egy kb. 200 g súlyú, 23 karátos aranyból készült érmet. (Érdekes, hogy az érme vastagsága, és így tömege is változhat kissé. Szent-Györgyi Albert érmének tömege 206 g.) A három tudományos és az irodalmi díjjal együtt adományozott érmet Erik Lindberg, a századforduló jelentős svéd szobrásza tervezte. A 64 mm átmérőjű érme elölapja azonos: Nobel profilban ábrázolt arc-, illetve mellképe. Felírata: A kép bal oldalán ALFR./

NOBEL, a kép jobb oldalán NAT./MDCCC/XXXIII/OB./MDCCC/XCVI. Alul bevésés: E. LINDBERG 1902.

Az érme hátoldala különböző. A fizikai és a kémiai díjak esetében felhők közül kiemelkedő, Íziszre emlékeztető, kezében bőségszarut tartó nőalak. Egy másik, a tudomány génuszát jelképező nőalak egy fát emel le az istennő arcáról. A körirat idézet Vergilius Aeneiséből: INVENTAS. VITAM. IU VAT. EXCOLUISSE. PER. ARTES. A fizikai és a kémiai érme esetében a két nőalak mellett balról NATURA, jobbról SCIENTIA szavak, alul pedig az odaítélő testületre utaló REG. ACAD. SCIENT. SUEC. A hátoldal alján kártus van, melybe a díjazott nevét vésik.

Az élettani, illetve orvostudományi érme hátoldalán ugyancsak két nőalak van. Az egyik, a gyógyítás génuszát jelképező, térdén egy könyvet tart, egyik karjával egy szenvedő nőalakot karol át, a másik kezében pedig egy csészében forrásból csorgó vizet fog fel, hogy azzal a szenvedőt megittassa. Az érme alján az odaítélő testületre vonatkozó körirat: REG. UNIVERSITAS. MED. CHIR. CAROL.

Az irodalmi érme esetében a hátoldalon egy férfi elbűvölten hallgatja és jegyzi le a Múza énekét. A kártus két oldalán: ACAD, illetve SUEC.

Ezeket az érmekeket a svéd Királyi Pénzverde készíti.



A fizikai és a kémiai érme
hátdoldala



Az élettani, illetve orvostudományi érme
hátdoldala



Az irodalmi érme hátoldala

Magyar, illetve magyar származású Nobel-díjasok

Annak megítélése, hogy ki a magyar, illetve magyar származású, nem egyszerű, és sokszor nem is teljesen egyértelmű. A legfontosabb elem az, hogy valaki milyen mélyen gyökerezik a magyar kultúrában, és mennyire tekinti magát magyar származásúnak.

Wigner Jenő így ír:

„Magyarországról indultam el, és nagyon hálás vagyok sok mindenért, amit Magyarországon tapasztaltam, és amiben Magyarországon részesültem. Nemcsak tudást tanultam, de emberi dolgokat is: elkötelezettséget a tudomány, a tudás és a tanítás iránt...”

Budapesten a beszélgetések magas színvonalúak voltak. Sok szó esett kultúráról, irodalomról. Itt élte fiatal éveit **Szilárd Leó** – aki az olasz Fermivel 1942-ben kidolgozta az első nukleáris reakciót –, **Kármán Tódor** – az aerodinamika megalapítója –, **Neumann János** – a XX. század legnagyobb matematikusa –, **Teller Ede** – a számítógéppel vezérelt rakétaelhárító rendszerek tervezője –, **Mindannyiunkra egyaránt termékenyítő hatással volt a vibráló, forrongó budapesti intellektuális klíma.**”

Wigner gazdag képzelőerővel megáldott, sokoldalú tudós, különlegesen fejlett volt az intuícója, amely sokszor döntő szerepet játszott

komoly kvantumfizikai problémák megoldásában.

Az atommagok és az elemi részek elmélete terén, különösen pedig az alapvető szimmetrielvek felfedezésével és alkalmazásával elért eredményeiért 1963-ban – Maria Goeppert Mayerrel és J.H.D. Jensennel megosztva – fizikai Nobel-díjat kapott.

Néhány magyar származású tudós a XX. századból

Balogh Tamás közgazdász

(1906 Budapest – 1981 London)

Málta kormányzója, Jamaica kormányzója, Anglia energiaügyi minisztere

Bárány Róbert orvos

(1876 Bécs – 1936 Uppsala)

Megmutatta, hogy az ember egyensúly- és mozgásérzékelés szerve a fülben van.

1914-ben orvosi Nobel-díj „a vesztibuláris rendszer élettanában és kórtanában végzett munkájáért”

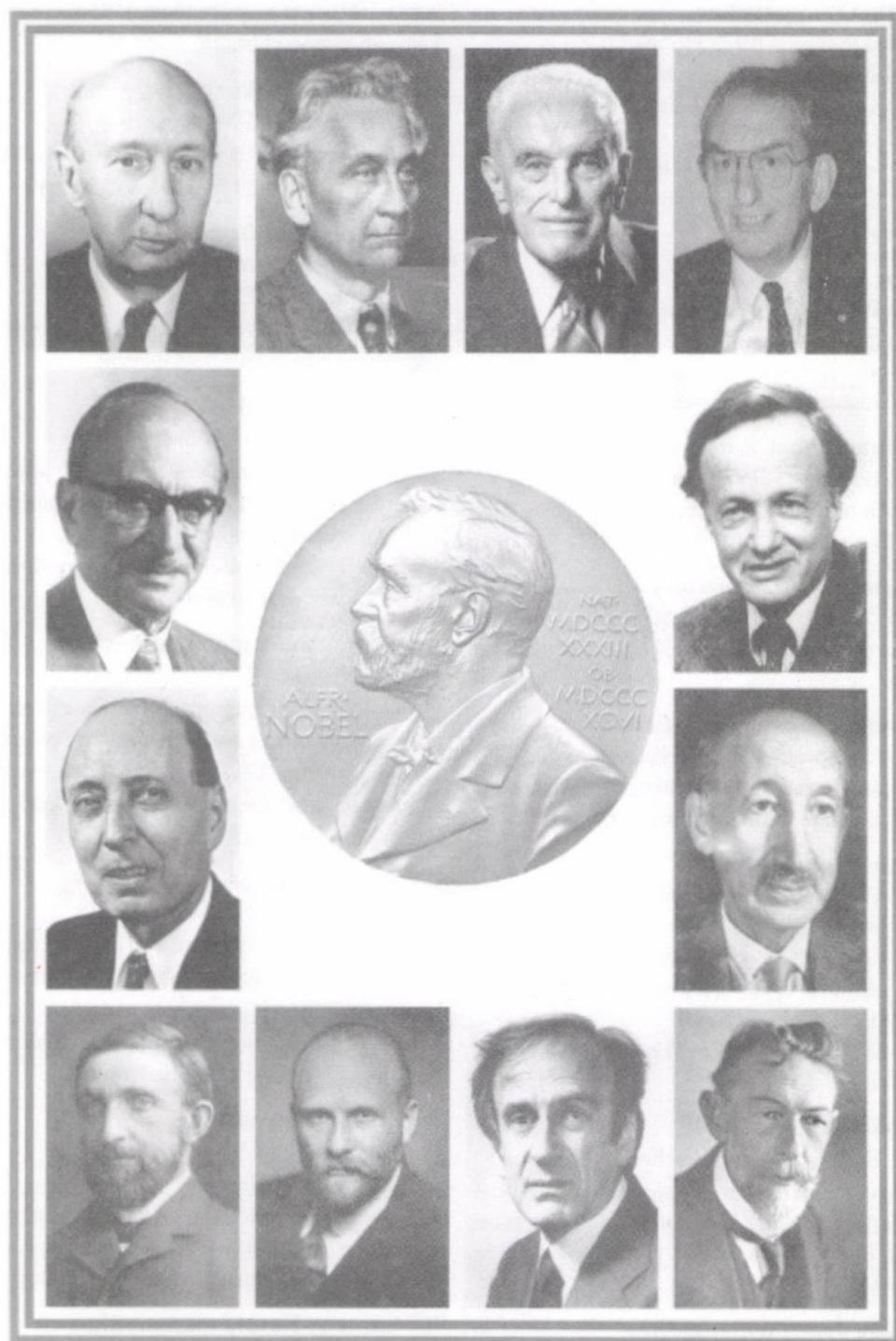
Bay Zoltán fizikus

(1900 Gyula – 1992 Washington)

1946-ban, az amerikaiakkal egy évben radar-visszhangot detektál a Holdról.

A Franklin Intézet Boyden-díját kapja meg a „fénysebesség áttekintéséért és erre alapozva a meteorológiához való hozzájárulásáért”.

	Név	A díjazás éve	Szakterület
1.	Lénárd Fülöp	1905	fizikai
2.	Bárány Róbert	1914	orvosi
3.	Zsigmondy Richárd	1925	kémiai
4.	Szent-Györgyi Albert	1937	orvosi
5.	Hevesy György	1943	kémiai
6.	Békésy György	1961	orvosi
7.	Wigner Jenő	1963	fizikai
8.	Gábor Dénes	1971	fizikai
9.	Wiesel, Elie	1986	béke
10.	Polanyi, John C.	1986	kémiai
11.	Oláh György	1994	kémiai
12.	Harsányi János	1994	közgazdasági



A magyar Nobel-díjasok

Békésy György, Szent-Györgyi Albert, Harsányi János, Oláh György, Gábor Dénes, Polanyi John C., Wigner Jenő, Hevesy György, Lénárd Fülöp, Bárányi Róbert, Wiesel Elie, Zsigmondy Richárd

Békésy György fizikus

(1899 Budapest – 1972 Honolulu)

Kimutatta, hogy a hangmagasság érzékelése a fülfoládékban indított haladóhullámok révén történik.

1961-ben orvostudományi Nobel-díj „a cochlea-stimulálás fizikai mechanizmusa területén elért fölfedezéseért”

Gábor Dénes mérnök

(1900 Budapest – 1979 London)

A holográfia megteremtője.

1971-ben Nobel-díj „a holografikus módszer fölfedezéséért és kifejlesztéséért”

Goldmark Péter Károly mérnök

(1906 Budapest – 1977 Port Chester)

Ő találta fel 1940-ben a mikrobarázdás hanglemezt és a színes televíziót.

Grossman Marcel mérnök

(1878 Budapest – 1936 Zürich)

Einstein vele dolgozta ki az általános relativitáselmélet geometriáját.

Harsányi János matematikus

(1920 Budapest – 2000 Berkeley)

1994-ben Nobel-díj „a nemkooperatív játékok egyensúlyának úttörő elemzéséért”

Hevesy György kémikus

(1885 Budapest – 1966 Freiburg)

1922-ben felfedezte a hafnium elemet.

1943-ban kapott Nobel-díjat „az izotópok nyomjelzőként való felhasználásáért kémiai reakciók tanulmányozásánál”

1959-ben kapta meg az Egyesült Nemzetek „Atom a Békéért” díját.

Kármán Tódor mérnök

(1881 Budapest – 1963 Aachen)

1944-ben Amerikában, Pasadenában létrehozta a Sugármeghajtás Laboratóriumát. Ő vezette be az áramvonalas alakot a járműveknél és a repülőknél.

Kemény János matematikus

(1926 Budapest – 1992 Hampshire)

1962-ben ő fejlesztette ki a BASIC nyelvet és az e-mail hálózatot. Az IBM első Robinson-díját ő

kapta 1991-ben a „számítógépek időbeosztásos hálózatba kapcsolásáért”

Kürti Miklós fizikus

(1908 Budapest – 1999 Oxford)

Az 50-es években ő állította elő a legalacsonyabb hőmérsékletet mágneses eljárással.

Lánczos Kornél fizikus

(1893 Székesfehérvár – 1974 Budapest)

Németországban Einstein tanársegédje volt. A gravitáció és az elektromágnesesség egységes geometriai elméletével foglalkozott.

Lenard Fülöp fizikus

(1862 Pozsony – 1947 Messelhausen)

Ő ismerte fel, hogy a fényelektromos jelenség során kiszabaduló elektron mozgási energiája a fény frekvenciájának a függvénye.

1905-ben fizikai Nobel-díjat kap „katódsugarakkal végzett munkájáért”

Neumann János matematikus

(1903 Budapest – 1957 Washington)

Ő dolgozta ki a kvantummechanika matematikailag pontos axiómatikus alapjait, valamint a játékelméletet. Olyan számítógépet tervezett és alkotott, amelybe a műveleteket is elektronikusan lehet beprogramozni.

Oláh György vegyész

(1927 Budapest –)

Létrehozta és tartósítani tudta a szénatom 5 vegyértékű állapotát, ami az ólommentes benzin gyártásánál jelentős.

1994-ben kémiai Nobel-díjat kapott „a karbocationok kémiájához való hozzájárulásért”

Polányi János vegyész

(1929 Berlin –)

Magyar szülők gyermeke.

1986-ban kémiai Nobel-díjat kapott, mert „hozzájárult egy kutatási terület kifejlesztéséhez a kémiai reakciók dinamikájában”

Ifj. Simonyi Károly matematikus

(1948 Budapest –)

Ő fejlesztett ki az EXCEL, a WINDOWS WORD software-rendszereket.

Szent-Györgyi Albert orvos

(1883 Budapest – 1986 Woods Hole)

1937-ben orvostudományi Nobel-díjat kapott a „biológiai oxidációs folyamatok terén tett felfedezéseiért, különös tekintettel a C-vitaminra és a fumársavra”

Szilárd Leó mérnök

(1898 Budapest – 1964 La Jolla)

1934-ben ő nyújtotta be a neutron-láncreakció szabadalmát, majd 1944-ben az urán fűtőelemből és neutron lassító közegből álló inhomogén reaktor szabadalmát. 1959-ben megkapta az Egyesült Nemzetek „Atom a Békéért” díját.

Teller Ede vegyészmérnök

(1908 Budapest –)

Ő dolgozta ki a termonukleáris reakció elméletét. Dolgozott Los Alamosban a Manhattan-programon.

Wigner Jenő vegyészmérnök

(1902 Budapest – 1995 Princeton)

A természetszimmetriát vizsgálva adta meg a kvantummechanika alapjait.

Megtervezte és megépítette az első vízhűtéses, nagyteljesítményű atomreaktort.

Részt vett a Manhattan-programban, a chicagói atomreaktor megvalósításában.

Ő a világ első reaktormérnöke.

1960-ban megkapta az Egyesült Nemzetek „Atom a Békéért” díját.

1963-ban kapta meg a fizikai Nobel-díjat „az atommag és az elemi részecskék elméletéhez való hozzájárulásáért és az emberi értékek gazdagításában elért kiemelkedő eredményeiért”

Zsigmondy Richárd vegyész

(1865 Bécs – 1925 Göttinga)

1903-ban alkotta meg Siedentopffal az ultramikroszkópot.

1925-ben kémiai Nobel-díjat kapott „a koloid oldatok heterogén voltának megmutatásáért és ehhez használt módszerért, ami azóta alapvető jelentőségű lett a modern kolloidikában”

Az első Nobel-díjat 1901-ben adták át. Azóta – néhány háborús évet leszámítva – minden évben öt kategóriában adják át a díjat. Ez alatt a majd száz év alatt 12 magyar származású tudós vehette át ezt a kitüntetést.

Különösen jelentős a magyarok szerepe a magfizikai kutatásokban és az atomreaktorok megalkotásában, ill. fejlesztésében, de a modern matematika, a számítástechnika, az orvostudomány, a kémia, a technika, a közgazdaságtan tudománya, ill. a filmművészet is sok nagy magyar névvel büszkélkedhet. **A XX. században olyan szembeötlő volt a magyar tudósok szerepe, hogy – jelezvén zsenialitásukat – marslakókként emlegették őket a tudomány világában.** Ezek a „marslakók” nem igazán sorolhatók be a klasszikus felosztás szerint egyik tudományág művelői közé sem, hiszen olyan területeken értek el sikereket, melyek szinte a teljes természettudományt átölelik.

A magyarok nevéhez fűződő találmányok nemcsak a tudomány tekintetében voltak nagy jelentőségűek, hanem az egész emberiségre is kihatottak. Gondoljunk csak a wolfram szálás, majd a kripton töltésű izzóra, a golyóstollra, a Rubik-kockára, a váltóáramú technikára, az áramvonalas repülőgépre, a radioaktív nyomjelzésre, az atomreaktorra, az elektronikus programozású számítógépre, az e-mail hálózatra, a BASIC nyelvre, a WINDOW WORD szövegszerkesztőre, az EXCEL adatkezelőre, a PENTIUM mikroprocesszorra.

Hogy mi lehet az oka a magyarok ilyen jelentős munkásságának?

Balázs Nándor fizikus erről így vélekedik:

„Azt kezdtem vizsgálni, van-e a magyar nyelvnek a többitől eltérő különös sajátossága, ami megjelenik az emberek, tudósaink gondolkodásmódjában. A magyar fizikusok a tudományos problémák megoldásakor rendszerint konkrét, egyedi esetekből indulnak ki, azokat igyekeznek minél jobban általánosítani. Az ügyesen megfogalmazott egyszerű alapkér-

dés gyakran magában rejtje a lényegét, s utat nyit az absztrakció felé. A magyarok erős konkrétumérzésének én a gyökereit a nyelvben, annak szerkezetében kerestem. Úgy érzem, rájöttem a dolog nyitjára. A magyar nyelv sajátos vonása a tárgyyszerűség, a konkrét képekre, hasonlatokra építő kifejezésmód.....Nem járok tehát messze az igazságtól, amikor azt mondom, hogy a szellem és a nyelv összefonódásának vagyunk tanúi.”

Békési György fizikus a történelmi háttérrel magyarázza ezt a kiugró teljesítményt:

„Amikor Svájcban éltem, ott minden békés volt, nyugodt és biztonságos. Magyarországon más az élet. Mindnyájan folyamatos harcot vívtunk majd mindenért, amit el kívántunk élni. Volt, amikor nyertünk; volt hogy veszítettünk, de végül is túléltek. Nem vetett véget életünknek, legalábbis az én esetemben nem. Az embereknek szükségük van az ilyen kihívásokra, és ezek mindig megadtak nekünk Magyarország hosszú történelme során.”

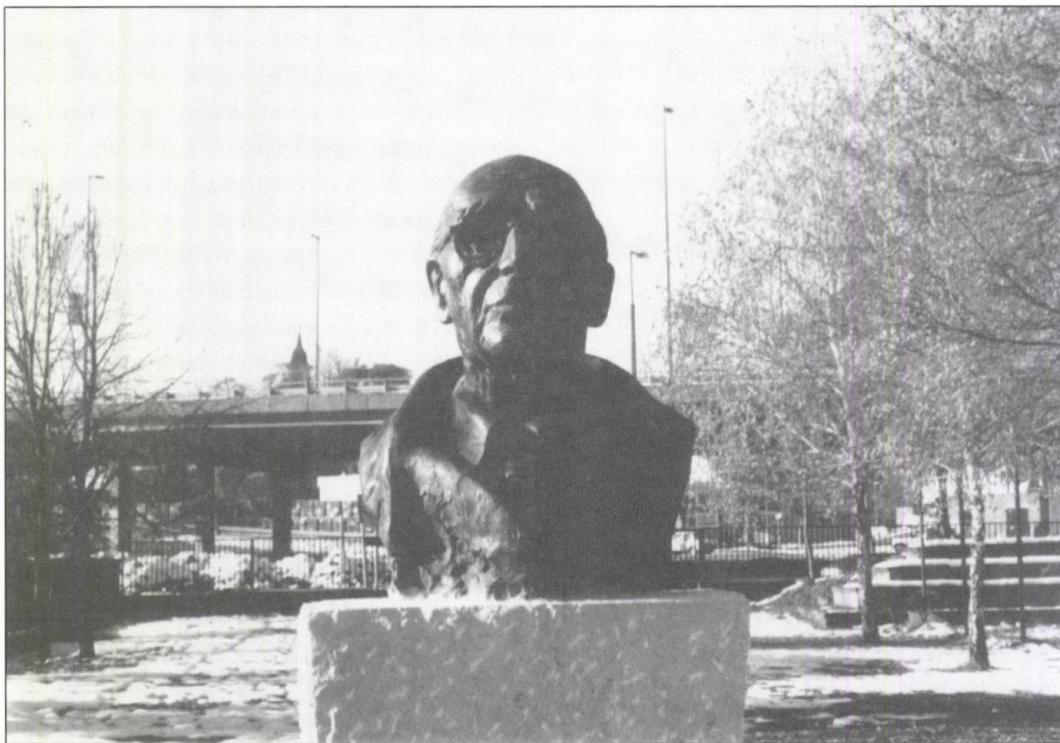
Wigner hatása

„Magyarok keze nyoma az egész XX. századon” (The New York Times, 1998. március 20.)

A XX. század elején Amerikába kivándorolt tudósok, mérnökök, művészek amerikai kollégáikkal ellentétben nem maradtak meg a „kaptafánál”, hanem tevékenyen részt vettek a társadalmi életben, politikai aktivitásuk szokatlanul nagy és eredményes volt. Közhely, s ma már sokak számára ismert tény, hogy a híres Einstein levél (ld. fotó a cikkben), amely Rooseveltet az atomprogram megindítására készítette, Szilárd Leó és Wigner Jenő kezdeményezésér íródott.

Különösen aktív volt Szilárd Leó, aki Hruscsovval, Nehruval és a pápával is folytatott tárgyalásokat. Wigner Jenő magát Johnson elnököt próbálta rábírní a polgári védelem fejlesztésére, s nem is eredménytelenül.

„Neumann János Eisenhower elnök stratégiai tanácsadója volt a nukleáris és rakétafeje-



verkezési versenyben. Leánya, Neumann Mari-na pedig Nixon elnöknek volt a gazdasági ta-nácsadója. Szent-Györgyi Albert azért utazott Moszkvába, hogy felhívja Sztálin figyelmét a szovjet csapatok magyarországi túlkapásaira. Ugyanő Kennedy elnököt házába is meghívta, Johnson elnököt viszont keményen támadta a vietnámi háború miatt, sőt egy elnöki beszé-det is megfogalmazott – amit nem mondott el senki. Carter elnök Kemény Jánost kérte föl a harrisburgi atomerőmű-baleset hátterének ki-vizsgálására. Teller Ede Reagan elnököt beszél-te rá a csillagháborús (értsd: rakétaelhárítási) program elindítására, de ismételten tárgyalt Horn Gyula miniszterelnökkel is. Elie Wieselt Reagan elnök felkérte az Elnöki Holocaust Bizottság megszervezésére, majd ki is tüntette. Soros György arra kérte Clinton elnököt, hogy fordítson több figyelmet Közép-Európa sorsára. Koestler Artur éjszaka hívta fel Gaitskel mun-káspárti vezetőt, hogy az interveniáljon Hrus-csovnál a lefogott Déry Tibor életének meg-mentése érdekében – sikeresen. Ugyanígy intézte el Szilárd Leó Hruscsovon és Jánossy Lajoson keresztül Teller édesanyjának és nővé-renek kiutazását.”

Hatásuk, munkásságuk eredménye tetsző-legesen befolyásolta a század politikáját. Érde-meik elvitathatatlanok a béke megszerzésében és a békés átmenet kikényszerítésében. Utóda-ik, másod- és harmadgenerációs magyarok ma is igen aktívak és befolyásosak a világpoli-tikában.

Ralph Gömörly a Sloan Alapítvány elnöke Goldmark Péter a Rockefeller Alapítvány elnö-ke, Soros György neve ma már közhírné, aki Quantum Alapítványa útján sokakat segített és segít öntandíjaival, s fenntartja a Budapesti Kö-zép-európai Egyetemet. Nem kevésbé híres a makói születésű Pulitzer József, aki megalapí-totta a legrangosabb újságírói díjat.

A hidegháború korszaka

Az Egyesült Államok atommonopóliuma a II. világháború végén eszeveszett fegyverkezési hajszába kényszerítette az emberiséget. Az 1945-ben Hiroshima felett felrobbantott atombombára válaszul a Szovjetunió Kurcsatov vezetésével ki-fejlesztette az atombombát (1949), s példáját to-vábbi államok is követték (Anglia, Franciaország, Kína majd India és Pakisztán).

A atomfegyver kifejlesztését hamarosan kö-vette a hidrogénbomba (1951), amelyre a szov-jetek 1953-ban sikeres termonukleáris bomba felrobbantásával válaszoltak. A hidegháború nem volt más, mint a nukleáris fegyverkezési verseny, a (kölcsonös) félelem láncreakciója. A verseny egyik aktív fenntartója és támogatója Neumann János volt, akinek játékelméleti ered-ményeit sikeresen alkalmazták ebben az őrült versengésben.

Wigner Jenő inkább a polgári védelem fej-lesztését támogatta annak példáján, hogy mi-lyen eredményesek voltak a légoltalmi óvóhe-lyek a II. világháborúban.

Ezért a Kölcsonösen Garantált Elpusztulás (Mutually Assured Destruction, MAD) helyett a Kölcsonösen Garantált Túlélés (Mutually Assured Survival, MAS) híve lett. Ennek a gon-dolatnak még Teller Edét is sikerült megnyernie, akinek nyomására végül Reagan elnök létrehoz-ta a Stratégiai Védelmi Kezdeményezést (amely a Csillagháború nevet kapta). Érdemes tudni, hogy egy harmadik magyar, Szilárd Leó játszott meghatározó szerepet az atomfegyverek számá-nak kölcsonös csökkentésében a Kölcsonösen Garantált Leszerelés elvének propagálásával.

Ebben a korszakban alakult ki a héja és ga-lamb fogalma. Mindkét tábor ugyanazt akarta elérni, de más-más áron; a héják (Neumann Já-nos, Teller Ede, Wigner Jenő) és a galambok (Szilárd Leó, Kemény János, Szent-Györgyi Al-bert) úgyszintén. Végül a hidegháború a 80-as évek végén a Szovjetunió széthullásával Ameri-ka javára eldőlt.

Társadalmi hatása

Wigner Jenőt, sikeres honfitársaihoz hasonlóan az 50-es, 60-as években a szűk szakmai közönségen kívül (fizikusok, fizikatanárok) nem nagyon ismerték. Élete, munkássága agyonhallgatásra ítéltetett, nemritkán vele kapcsolatban is a rosszlelkű disszidens szó került alkalmazásra. A Nobel-díj, s a hetvenes években megjelenő enyhülés lehetővé tette, hogy a nagyok közül, aki még élt, hazalátogatott. Előbb csak szakmai körökben, majd szélesebb nyilvánosság előtt is szerepelhetett. Így vehetett részt Wigner Jenő az Eötvös Loránd Fizika Társulat közgyűlésén a 70-es évek második felében Szegeden.

A paksi atomerőmű építésénél, bár teljesen szovjet mintára, s nagyrészt szovjet tervek alapján és kivitelezéssel épült, azért már igénybe vették tanácsai(ka)t. Mindazon tudósaink mellé szobra, akik letették névjegyüket az atomfizika és technika oltárán, ma a paksi erőmű bejáratánál álló díszparkban áll.

Tudományos közleményeinek kivonatai, majd később nagysikerű könyveinek fordítása is megjelent magyarul, de ez még mindig csak a fizikusoknak és fizika szakos hallgatóknak szólt. Később felfedezte a sajtó Wignert, az embert, a politikától távol álló, de mégis minden szavával politizáló tudóst. Interjúk jelentek meg ismeretterjesztő lapokban, majd a központi sajtóorgániumokban is.

A 80-as évekre Wigner szinte hazai tudóssá lett, elfoglalta jogos helyét a magyar köztudatban. Ma már iskolák, egyetemi kollégiumok, szakmai versenyek őrzik nevét. Művei, gondolatai hozzáférhetők mindenki számára.

Nemcsak hazája, de a nagyvilág is ápolja az 1995-ben meghalt nagyszerű magyar tudós emlékét. A rendszeresen megrendezendő Wigner szimpóziumok, konferenciák nemcsak szakmai, de egyben társadalmi fórumok is.

Tudományos kisugárzás

Wigner Jenő hosszú és eredményes pályafutása alatt igen aktív tudományos tevékenységet folytatott. Mint az első „atommérnöknek” elévülhetetlen érdemei vannak az első működő atommáglya, majd reaktorok megtervezésében és felépítésében. Különösen sokat tett az erőművek biztonságáért. A grafitmoderátoros reaktorok biztonságos működésének az az alapja, hogy Wigner javaslatára a grafitot időnként felmelegítik, így redukálják a felhalmozott hibahelyeket. Maga a jelenség, amely arról szól, hogy neutronok hatására elmozduló szénatomok visszatérnek eredeti kristályrács-pontjaikba, ezáltal hő szabadul fel, ami a grafit gyulladásához vezetett, viseli a Wigner-effektus nevet, vagy tréfásan a Wigneritisz becenevet. Ezt lehet eliminálni a grafit rendszeres felmelegítésével, s ezáltal a reaktorok működését biztonságossá tenni.

Mindezek mellett elévülhetetlen érdemeket szerzett a kvantummechanika és az elméleti fizika tanulmányozásában is. A kvantummechanikai állapot egyik alapfüggvénye a Wigner-függvény (ld. az alapborítón). A szimmetria- és a csoportelméletéről írott tudományos munkái képezik a modern szilárdtestfizika és részecskefizika alapjait. **Ha a nemzetközi tudományos kereső program böngészőjébe beütjük a Wigner nevet – évi átlag 1100 idézettséghez jutunk. Ez azt jelenti, hogy ma is több mint ezer tudományos közleményben hivatkoznak valamely Wigner által elért eredményre** (ld. melléklet). Könyvei ma már tankönyvek, nélkülözhetetlen segítői mindazoknak, akik fizikát tanulnak.

Fizikai látásmódja a modern elméleti fizika meghatározó egyéniségévé tette. Életével, munkásságával, tudományos közéleti hatásával külön WEBSITE foglalkozik, amely a Maryland Egyetem serverén található.



A TERMÉSZETRŐL TIZENÉVESEKNEK

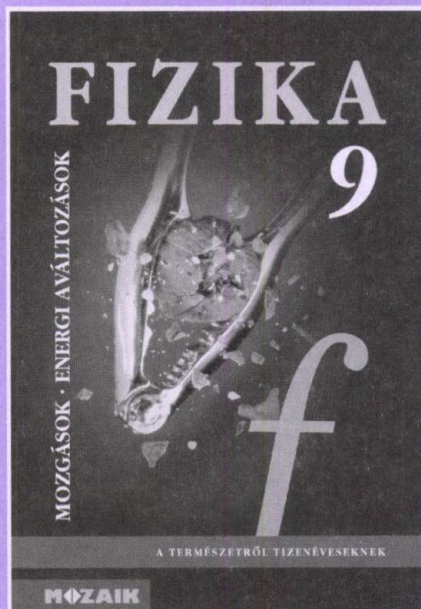
A NÉPSZERŰ SOROZAT 2001-TŐL MÁR A KERETTANTERV SZERINT

Megjelentek a tankönyvcsalád
5. és 9. osztályos *kerettantervi* kötetei:
a Természetismeret 5., Földrajz 9., Fizika 9.,
Kémia 9. és a Biológia 9. tankönyvek.

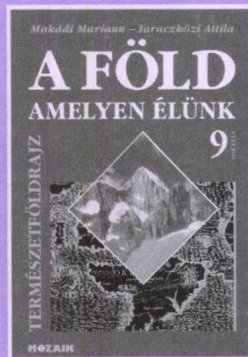
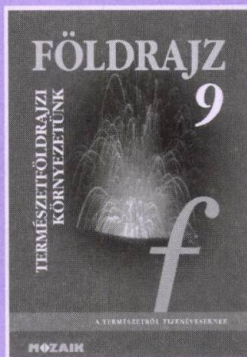
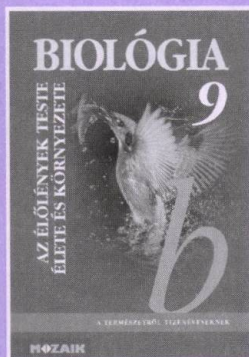
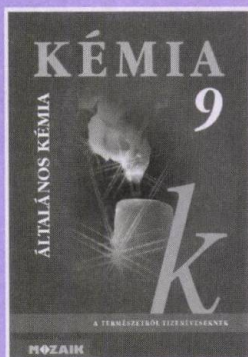
A 10. osztályos könyvek 2002 tavaszára,
a hatodikosok pedig a következő tanévre
készülnek el. A sorozat további tagjait
a kerettanterv bevezetésével
párhuzamosan dolgozzuk át.

A tankönyvekhez *munkafüzetek*
és *tudásszintmérő feladatlapok* kapcsolódnak.

A kerettantervhez igazodó 9. osztályos
könyvek 2001-ben elnyerték
a Hundidac Oktatási, oktatástechnikai és
Képzési Kiállítás *Arany Díját*.



KERETTANTERVHEZ IGAZODÓ 9. OSZTÁLYOS KÖTETEK



MOZAIK KIADÓ

Levélcím: 6701 Szeged, Pf. 301.

Telefon: (62) 470-101, Fax: (62) 554-666

E-mail: kiado@mozaik.info.hu

MOZAIK KÖNYVESBOLT

1082 Budapest, VIII. Üllői út 70., Tel.: 31-42-612

www.mozaik.info.hu

MOZAIK
www.mozaik.info.hu

A gondolkísérletről
a fizikában

(Dr. Nánai László – dr. George T. F.)

Öveges József
fizikaverseny, 2001.

(Dr. Berkes József)

Modell – modellalkotás
a fizikában

(Dr. Veidner János)

X. ÉVFOLYAM 2002

2

A FIZIKA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Bonifert Domonkosné dr.
főiskolai docens

A szerkesztőbizottság:

Dr. Kövesdi Katalin
főiskolai docens

Dr. Molnár Miklós
egyetemi docens

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3/B
Tel.: (62) 470-101,
FAX: (62) 554-666

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió Kft.
Felelős kiadó: Török Zoltán
Tördelőszerkesztő: Forró Lajos
Borítóterv: Deák Ferenc

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió
6701 Szeged, Pf. 301

Éves előfizetési díj: 1100 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:
Szeged, Csongrádi sgt. 73.
Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent az Oktatási

Minisztérium támogatásával.

A Fizika Tanításában megjelenő
valamennyi cikket szerzői jog
védi. Másolásuk bármilyen
formában kizárólag a kiadó
előzetes írásbeli engedélyével
történhet.

ISSN 1216-6634

Készült

az Innovariant Kft.-ben, Szegeden
Felelős vezető: Drágán György

TARTALOM

A gondolatkísérletről a fizikában

Dr. Nánai László főiskolai tanár, SZTE JGYTFK

Dr. George T. F. fizikaprofesszor,

Wisconsini Állami Egyetem, USA

Öveges József fizikaverseny, 2001.

Dr. Berkes József, JPTE, Pécs

A 2001. évi országos fizika tantárgyi mérés

eredményei

Dr. Zátonyi Sándor

matematika-fizika-pedagógia szakos tanár, Sopron

Modell – modellalkotás a fizikában

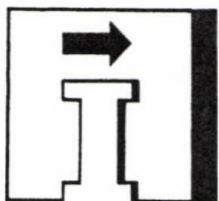
Dr. Veidner János ny. főiskolai tanár, Szeged

NET-lesen

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve (két példányban), floppy lemezen vagy e-mailen (kattila@mozaik.info.hu) küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 8-10 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés). A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészen pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézetek név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalom alfabetikus sorrendben készüljön. Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.



IMPULZUS



Dr. Nánai László – dr. George T. F.

A gondolkísérletről a fizikában

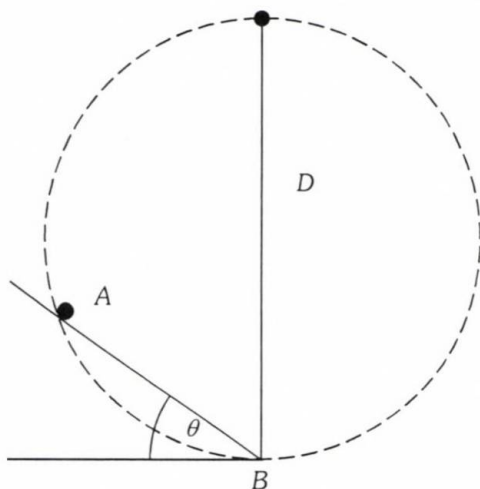
A gondolkísérlet (angolszász irodalomban THOUGHT EXPERIMENT, vagy ahogy Európában a németből jobban elterjedt GEDANKEN EXPERIMENT) fogalmát a tanári munkában sokkal gyakrabban alkalmazzuk, mint gondolnánk. „Tegyük fel”, „Képzeljük el...” kezdetű mondataink gyakran egy nem előre bejelentett gondolkísérletre utalnak, s önkéntelenül is rábízunk a diákra, igazodjon el magától, hogy milyen feltételek mellett is lehetséges az adott következtetések levonása. Kevés helyen történik meg a gondolkísérlet fogalmának tisztázása a tanulók előtt, s legfőképpen annak a kritériumrendszernek a megismertetése, amely teljesülése esetén jogos a gondolkísérlet, és igaznak fogadhatók el a belőle levont következtetések. Érdekes tehát erről a módszerről bővebben is szólni.

Ha visszamegyünk a múltba, akkor talán **Galileo Galilei** nevével kell megállnunk. Gyakran elmondjuk azt az anekdotát, mely szerint Galilei, **az első kísérletező fizikus** az ingamozgásra vonatkozó következtetését az unalmas misei prédikáció alatt, a csillár kis amplitúdójú rezgéseinek megfigyeléséből állapította meg. Pedig mindezt megelőzte egy sokkal fontosabb dolog, a húrok törvényére vonatkozó, az első gondolkísérlet megalkotása.

A probléma lényegében a következő. Egy D átmérőjű kört képzeljünk el. Essék egy tökéle-

sen kemény golyó a kör legmagasabb pontjáról – szabadon – a földre (a B pontba).

Tekintsünk egy tökéletesen sima θ hajlásszögű lejtőt, ami az említett kör húrja, azaz egyik vége a B pontban, a másik pedig valahol a körön van (A) [1–3].



Galilei beszélgetőtársaival, akiknek a kritika és a kételkedés szerepét (is) szánta, (Salviati, Sagredo és Simplicio) vitatta meg azt a kérdést, hogy az A pontból induló golyó vagy a szabadon eső golyó ér-e hamarabb a B pontba, s és ezt befolyásolja-e az A pont helye a körön? Gondolkísérletet valósított meg, amibe beépítette az eddigi bizonyított tapasztalatot és tudást

(sebesség és gyorsulás fogalma), s egy sor szükséges (feltételt) idealizációt, pl. a lejtő tökéletes simaságát. Mai trigonometriai ismereteink alapján könnyen belátható, hogy $d = D \sin \theta$ és a lejtőmenti gyorsulás $g' = g \sin \theta$, tehát a golyó leérkezéséig eltelt idő (álló helyzetből való indulást feltételezve) $t = \sqrt{2(d/g')}$, azaz $t = \sqrt{2(D/g)}$, s mivel ez a formula egyáltalán nem tartalmazza az időt, a golyók egyidejű leérkezése a B pontba evidens.

Galilei (és beszélgetőtársainak) érvrendszere és bizonyítási módja tisztán geometriai jellegű volt. A mai olvasó számára nehezen követhető, de elvezetett a „húrok törvénye” fogalomhoz. S innét már csak egy kis lépés az inga mozgásának megértése, hiszen bármilyen (a kis amplitúdó más okok miatt szükségszerű) helyzetből indítva a húr mint – előbb tárgyalt – lejtő problematikájához jutunk. Csak érdekességgént jegyezzük meg, hogy a húrok törvényét – közvetlen, a ciklois fogalmának megalkotásával C. Huygens és D. Bernoulli – bizonyította [4].

A gondolkísérlet alkalmazása – első sorban új koncepciók elfogadtatására és törvények igazolására, argumentálására – a **XIX/XX. század fordulóján élte reneszánszát**. Elég csak a termodinamikát megalapozó **Maxwell-démonra** [5] vagy a speciális relativitáselmélet megszületésével kapcsolatban a görbült tér **Einstein-féle, a liftben elhajló fény sugárára** utalni [6,7]. A kvantummechanika megalkotása, s tudományelméleti vonatkozásainak napvilágra kerülése aztán elsőrendű fizikai ismeretelméleti eszközzé léptette elő a gondolkísérletet (az 1920-as években Göttingenben és Berlinben keletkezett a Gedanken experiment kifejezés). Példának elegendő megemlíteni a Schrödinger macskája [8] és a Heisenberg-féle γ -sugár mikroszkópot [9]. Ez utóbbiról – szoros kapcsolata miatt a Heisenberg-féle határozatlansági relációhoz – érdemes külön szólni (Heisenberg azt a tételét, amely szerint a komplementer mennyiségek pontos értékének határozatlansága korlátozott: $\Delta p \Delta r > h$, a kvantumme-

chanika alapvető állításaiból vezette le. Itt Δp az impulzus, Δr a helymegadás bizonytalansága és h a Planck-féle állandó.)

Heisenberg egy olyan **mikroszkópot** (γ -sugár) képzelt el, amely képes a mikroszkóp fókuszsjában lévő elektront „meglátni”. Heisenberg csak az optika jól ismert, igazolt, elfogadott törvényeire támaszkodhatott. Ismeretes, hogy a mikroszkóp feloldóképessége $\sim \lambda/\theta$, ahol λ a fény hullámhossza, θ pedig a térszög, amellyel az apertúrából (a lencse átmérője) látjuk a fókuszsjában a tárgyat. A sugárzás azonban az elektronnak, mint vizsgálandó objektumnak, kölcsönhatás révén impulzust ad át, amelyre nézve az impulzusmegmaradás törvényei az irányadóak. Itt azonban fellép egy elvi nehézség. A γ foton az objektív látótartományának teljes térszögében diffraktálódhat, ezért az elektronra gyakorolt „visszalökődése” ennél pontosabban nem definiálható. Tehát az elektron impulzusának bizonytalansága egy adott irányban $h\theta/\lambda$ (h a Planck állandó).

A kvantummechanika alaptörvényeiből levezetett határozatlansági reláció hasonló bizonytalanságra vezetett. Egybevetve a γ -sugármikroszkóp eredményével, könnyű „továbbképzni” a részecske–hullám dualizmus sajátosságaira vonatkozó következtetéseket.

Ezek után már itt az ideje, hogy próbáljuk valamiképpen megadni azokat a *kritériumokat*, amelyek megléte abszolút előfeltétele a gondolkísérlet alkalmazhatóságának. Ezen a területen sok vita volt a fizikai irodalomban, pro és kontra érvek hangzottak el.

A gondolkísérletet a fizika egyik igen termékeny módszerének tartva állítják, hogy a fizikai megismerés krízishelyzetében **a gondolkísérlet lehet az a lényeges analitikai eszköz, amely új alapú koncepciók megjelenéséhez vezethet** [10]. Másrészt azt is állítják, hogy ilyen fiktív kísérletek bevezetése és alkalmazása óhatatlanul olyan előzetes prekonceptiók feltételes érvényességét építi be a rendszerbe (esetleg olyan „résztevő elemeket”,

amelyek fizikai tulajdonságai nem teljesen ismertek), amelyek kétségessé teszik a következtetések helyességét.

A gondolati kísérletre fizikai közösség számára a legelfogadottabb meghatározás T. Kuhn nevéhez kötődik: **„az igazi gondolkísérlet az, amely akár technikai-technológiai, akár fizikai vagy koncepcionális okokból nem hajtható végre”**. A gondolkísérlet alkalmazásakor azonban okvetlenül figyelemmel kell lenni az alábbi szempontokra [10]:

- csak olyan összefüggéseket, koncepciókat használhatunk, amelyeket már előzetesen alkalmazva azok helyességéről meggyőződhattunk;
- a gondolkísérlet nem lehet forrása új konfliktusok generálásának. Azaz, ha voltak konfliktusok bizonyos kérdések értelmezésében a fizikus társadalomban a gondolkísérlet elvégzése előtt, a gondolkísérlet végén ezek legfeljebb továbbra is fennállhatnak, de nem szülhetnek újabb konfliktusokat.

Ez utóbbira példa az ún. Einstein-Podolsky-Rosen paradoxon: a különböző inerciarendszerekben lévő órák szinkronizációjával kapcsolatban a szinkronizáció csak relatíve igaz, így a gondolkísérlet új konfliktusok kialakulásához, s végül a kvantummechanikai komplementaritás vitához vezetett.

Milyen legyen tehát a gondolkísérlettel kapcsolatos tanári álláspont a diákok felé? Mindenekelőtt le kell szögezni, hogy a gondolkísérletnek történeti előzményei alapján is fontos szerepe van a fizikai megismerésben. Az oktatás folyamatában mintegy hídként tekinthetjük a már meglévő tudás és a kívánt tudás közötti szakadék áthidalásában. Talán érdemes figyelni az alábbi lépések szükségszerű fontosságára [12]:

- Jöjjön rá a diák, hogy a meglevő tudáskapacitása, koncepciója nem elegendő az előtte álló probléma megoldására.
- Az új koncepciót oly módon vezessük be, hogy a diák képes legyen megérteni annak struktúráját, szükségességét, célszerűségét.

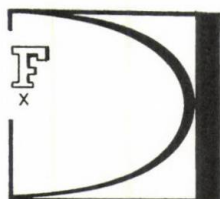
- Az új koncepció legyen pauszabilis. Mutassunk rá a régi tudással kapcsolatos konzisztenciára, s arra, hogy ez már elegendő kapacitást jelent az új probléma megoldására.
- A gondolkísérlet alkalmazásával hangsúlyozzuk annak magyarázó, előremutató és konfliktusszüktető (ellentmondásoldó) jellegét.

A gondolkísérlet alkalmazása az oktatási folyamatban elkerülhetetlen (s nem csak az iskolai laboratóriumi felszerelések hiányossága miatt). Azonban alkalmazása körültekintő analízist kíván, különösen a PC-multimédia gyors elterjedése, a számítógép varázsló papírkísérletek háttérben, előtérben tartva a gondolkísérlet *alternatív* jellegét (bármikor megérhet a helyzet *in vivo* kísérlet elvégzésére).

Dr. George T. F a Wisconsin Állami Egyetem fizikaprofesszora (Stevens Point) USA.

Irodalom

- [1] Matthews M.R., Research in Science Education, pp.9-18 (1991)
- [2] Stinner A., Int. J. of Science Education, 12, pp.244-257 (1990)
- [3] Mattery M.J., Science and Education, pp.1-8 (2000)
- [4] Blackwell R.J., ed. Christian Huygens, Iowa SU Press (1986)
- [5] Maxwell J.C., Theory of Heat London, Longman (1989)
- [6] Einstein A., Relativity, London, Methuen (1960)
- [7] Einstein A., Ann. Phys., 17, 891-921 (1905)
- [8] Helm H., Phys. Educ., 20, 124-127 (1985)
- [9] Heisenberg W., Z. Phys., 43, 172-198 (1927)
- [10] Kuhn T.S., The Essential Tension, Chicago Univ. Press (1977)
- [11] Marmin N.D., Space and Time in Special Relativity, McGraw Hill (1968)
- [12] Helm H., Phys. Educ., 20, 211-216 (1985)



FÓKUSZ

Dr. Berkes József

Öveges József fizikaverseny, 2001.

Ebben az évben első alkalommal **Budapest**-**ten**, a Csillebérce Ifjúsági Központban gyűltek össze az ország legjobb kislefizikusai, hogy eldöntsék, kik a legjobbak fizikából.

Már korábban felmerült annak gondolata, hogy rotációs jelleggel mindazokban a városokban sor kerülhetne a verseny rendezésére, ahol Öveges József, a verseny névadója tanult, dolgozott, és ahol hamvai nyugszanak. A választás elsőként azért esett Budapestre, Csillebérce, mert a Magyar Úttörők Szövetsége kezdettől fogva meghirdetője, támogatója volt ennek a versenynek.

A korábbi feladatkitűző bizottság lemondott tagjai helyébe újak léptek. Szempontnak tekintettük, hogy legyen közöttük középiskolában dolgozó, szaktanácsadással foglalkozó, az iskolavezetésben és a fizika népszerűsítésében jártas szakember is. Így alakult ki az új feladatkitűző bizottság: **dr. Berkes József** (Pécsi Tudományegyetem), **Farkas László** (Keszthely, Vajda János Gimnázium), **Ferencz János** (Szolnok, Kodály Zoltán Általános Iskola), **Tóth Pál** (Budapest, Szemere Utcai Általános Iskola) és **Wöller László** (Győr, Szabadhegyi Közköztatási Központ). Az idén a feladatkitűzők először adták a nevüket is a kitűzött feladatokhoz.

A hazai és a határon túli versenyzők és kísérőik 2001. május 18-án délelőtt érkeztek meg a tölgyfákkal ölelt Csillebérce Ifjúsági Központba. A 13.00 órakor kezdődő megnyitó díszelnökségben foglalt helyet **dr. Kopcsa József**, az ELFT alelnöke, **dr. Hadházy Tibor**, a zsűri elnöke, **Bak Ferenc**, a XII. kerület Oktatási és Közművelődési Irodájának vezetője, **Butor**

Klára, a MÚSZ programigazgatója és **dr. Berkes József**, az ELFT Általános Iskolai Oktatási Szakcsoportjának és a versenybizottságnak az elnöke.

A versenyzőket, a kísérőtanárokat, a szülőket, a vendégeket és a versenybizottság tagjait **dr. Berkes József** köszöntötte. Bemutatta a díszelnökséget, majd megnyitó beszédében szólt a korábbi győztesek diákolimpiai sikereiről, bemutatta a jelenlévő Mikola-díjjal és Ericsson-díjjal kitüntetett tanárokat, a feladatkitűzőket, a versenybizottság és a zsűri tagjait, és ismertetett a versennyel kapcsolatos legfontosabb információkat, változásokat. Weöres Sándor A létezés című versét **Hegedüs György** és **Petrovits Balázs**, a Csík Ferenc Általános Iskola és Gimnázium tanulói szavalták el.

A verseny első része 14.30-kor kezdődött. A versenyzők kódszámaik szerint 6 csoportot alkottak, és 2-2 csoport forgószínpadszerű lebonyolításban oldotta meg a kitűzött kísérleti („K”), a kísérletelemző („E”) és a fizikátörténeti („T”) feladatokat. Minden feladatot a vizsgabiztostól kapott golyóstollal kétoldalas, indigós munkalapra kellett elkészíteni.

Mialatt a diákok a feladatok megoldásán fáradoztak, a kísérőtanárokkal dr. Berkes József beszélgetett (a tehetséggondozásról, a kerettanterv szabta feladatkitűzésről, a versenyszervezéssel, támogatással, pályázatokkal kapcsolatos kérdésekről, a verseny országos döntőjének szervezésében, lebonyolításában bekövetkezett változásokról stb.).

A feladatok megoldásának befejezése után a versenyzők magukkal vihették a feladatlapokat

és a megoldások indigós másolatait. Egyúttal megtekintés céljából kifüggesztésre kerültek az egyes feladatoknak a feladatkitűzők által megadott megoldása, illetve pontozási rendszere.

Vacsora után a versenyzők és az érdeklődő kísérőtanárok bérelt autóbusszal a **Csodák Palotájába** mentek, ahol felejthetetlen látványban és élményben volt részük. Csillebércre történő visszaérkezésük után a tanulók pihenni tértek, a kísérőtanárok és a versenybizottság tagja kötetlen beszélgetést folytattak aktuális kérdésekről.

Másnap, szombaton, 9.30-kor folytatódott a verseny, és először a gondolkodtató („A”) feladatokat oldották meg a tanulók, majd egy félórás szünet után a számításos („B”) feladatok megoldása következett. A diákok most is magukkal vihették a feladatlapokat és a megoldások indigós másolatait. Megtekintés céljából szintén kifüggesztésre kerültek az egyes feladatoknak a feladatkitűzők által megadott megoldása, illetve pontozási rendszere.

Az ebéd után a diákok és a kísérők utazhattak az Ifjúsági Központ szomszédságában lévő legendás **Gyermekvasúton**. Ez alatt **Czirókné Tényi Klára** tanárnő vezetésével **Petrovits Balázs** és **Toldy Árpád** megkoszorúzta Öveges József emléktábláját a Varsányi-udvarban.

A vacsora után az érdeklődő versenyzők egyénileg, kódszámaik alapján, kérhették a versenybizottságtól a két forduló feladataira kapott, akkor még nem hivatalos pontokat. Így a zsűritől kapott pontok, a feladatok, a zsűri és a tanulók megoldásainak ismerete összehasonlítási alapul szolgálhatott, hogy a kísérőtanár és tanítványa egy adott feladathoz konkrétan és írásban kérje a zsűritől annak felülvizsgálatát, ismételt elbírálását.

Mialatt a versenybizottság a benyújtott kérelmek alapján a megoldások felülvizsgálatát végezte, addig a versenyzők és a kísérők a közeli **Csillagászati Kutatóintézetben dr. Kolláth Zoltán** csillagász, az intézet igazgatóhelyettese előadását hallgatták. Sajnos az időjárási viszonyok nem tették lehetővé a nagy látványt nyújtó távcsöves csillagászati megfigyeléseket.

A csillagászati előadás befejezése után a megoldások felülvizsgálatát kérő kollégák megkapták annak eredményét. A 726 darab kijavított feladatra 31 felülvizsgálati kérelem érkezett, amiből alapos elemzés után mindössze 6-ot tar-

tott indokoltnak (egy-két pont felfelé történő módosítása) a versenybizottság. A hiba 1%-on belül marad. A felülvizsgálati eredmény kihirdetésével a zsűri által adott pontok hitelessé váltak, és elkezdődhetett a számítógépes adatfeldolgozás, majd a titkosítás feloldása, az eredménylista sokszorosítása, a támogatók által biztosított jutalmak, díjak elosztása.

Az ünnepélyes eredményhirdetésre vasárnap reggel 8.00 órakor került sor. A versenyt **dr. Berkes József** értékelte. A verseny az első, közvetlen tapasztalatok alapján sikeres volt, az elért eredmények dicséretesek, várakozáson felüliek. A díjak kiosztásánál jelen volt két támogatónk: a XII. kerület képviselőjében **Bak Ferenc** úr és az Élet és Tudomány részéről a főszerkesztő, **Herczeg János** úr. A versenybizottság elnöke külön köszönetet mondott minden támogatónak, közreműködőnek.

Az eredményhirdetés után élménybeszámolóval egybekötött rendhagyó találkozás következett **Farkas Bertalannal**, az egyetlen magyar úrhajóssal, aki gördülékeny, szép stílusban mutatta be úrhajóssá választásának, illetve válásának folyamatát.

A XI. Öveges József fizikaverseny lebonyolításában a következők voltak a közreműködők: **Dr. Berkes József**, a versenybizottság elnöke **Hajdú Györgyné**, a versenybizottság titkára **Nagy Zsigmondné**, gazdasági ügyintéző **Varga Gáborné**, programfelelős **Dr. Hadházy Tibor**, a zsűri elnöke **Ádám Árpád**, a zsűri titkára **Farkas László**, „A” zsűrielnök **Borzáné Kiss Aranka**, „A” zsűritag **Szöllősi József**, „A” zsűritag **Kiss Gyula**, „A” zsűriellenőr **Dr. Kopcsa József**, „B” zsűrielnök **Ferencz János**, „B” zsűritag **Sebestyén Zoltán**, „B” zsűritag **Juhász Nándor**, „B” zsűriellenőr **Wöller László**, „C” zsűrielnök **Ádámné Ducz Vilma**, „C” zsűritag **Tóth Pál**, „C” zsűritag **Ósz György**, „C” zsűriellenőr **Birkás Imre**, vizsgabiztos **Jursekné Tóth Erzsébet**, vizsgabiztos **Szekeres Lászlóné**, vizsgabiztos **Szénási Istvánné**, vizsgabiztos **Szládek Jánosné**, vizsgabiztos

Szörényi Péterné, vizsgabiztos
Karcsainé Krézsló Klára, vizsgabiztos
Czirokné Tényi Klára, kísérő

Ebben az évben második alkalommal került kiadásra a pénzjutalommal járó **Öveges József Érem**, melyet a verseny első helyezettje, **Nagy Róbert** (Tápiószecső) tanuló és felkészítő tanára, **Almási János** kapott. Az érme végérvényes átadására a júniusban, Veszprém-ben, az Általános Iskolai Fizikatanári Ankéton és Eszközkiállításon került sor.

A zsűri a legjobb 18 versenyző teljesítményét (81% felett) díjazta. Ők az oktatási miniszter által aláírt oklevelet kaptak, valamint a **Műszaki Könyvkiadó**, a **Nemzeti Tankönyvkiadó Rt.** és **SZÜV Nyírség Kft.** támogatásából jelentős könyvjutalomban részesültek.

Ezen túlmenően a győztes versenyzőt a SZÜV Nyírség Kft. egy számológéppel, az **Élet és Tudomány** főszerkesztője, **Herczeg János** a lap egyéves előfizetésével jutalmazta. **Bazsó Gábor** (Törökszentmiklós), **Stippinger Marcell** (Sopron), **Bánfi Miklós** (Szentgotthárd), **Tóth László Richárd** (Gyöngyös) és **Domján Dániel** (Zalaegerszeg) a **KöMaL** egyéves, **Tibori Tamás Tibold** (Debrecen) és **Kiss Péter** (Salgótarján) az **Élet és Tudomány** féléves előfizetésében részesültek.

A zsűri különdíjban, könyvjutalomban részesítette **Bori Ágnes**t (Cegléd) az „A4”-es, **Kiss Pétert** a „B1”-es, **Nagy Róbertet** az „A3”-as és **Varjas Dánielt** (Dunaújváros) a kísérleti („K”) feladat logikus, áttekinthető, szép megoldásáért, valamint **Czibor Esztert** (Zalaegerszeg) egyrészt, mint a legjobb eredményt (15. helyezés) elért lányversenyzőt, másrészt pedig az esztétikus, rendezett, szépkitelű megoldásaiért. Hasonlóan egy-egy szép könyvet kapott minden határon túlról érkezett kiskifizikus is.

Minden versenyző és felkészítő tanára emléklapot, valamint az Öveges József fizikaverseny első öt évének feladatait és megoldásait tartalmazó könyvet vihetett haza.

A XI. Öveges József fizikaversenyen is több kollégának indult két tanítványa, nevezetesen:

- Ábrám László, Budapest, Városmajori Gimnázium
- Borbély Mátyásné, Kaba, Sári Gusztáv Általános Iskola
- Kotormán Mihály, Debrecen, DE Kossuth Lajos Gyakorló Általános Iskola
- Pálovics Róbert, Zalaegerszeg, Zrínyi Miklós Gimnázium
- Prenek Józsefné, Beremend, Általános és Zeneiskola
- Vitéz Zsolt, Szekszárd, Dienes Valéria Általános Iskola Grundschule

A tanuló neve	Az iskola neve, címe	Tanára neve	Pont	Hely
NAGY RÓBERT	Gróf Széchenyi István Általános Iskola, 2251 Tápiószecső	ALMÁSI JÁNOS	128	1.
Bazsó Gábor	Petőfi Sándor Általános Iskola, 5201 Törökszentmiklós	Sebestyén Ilona	127	2.
Stippinger Marcell	Gárdonyi Géza Általános Iskola, 9400 Sopron	Varga Alfréd	126	3.
Bánfi Miklós	Arany János Általános Iskola, 9971 Szentgotthárd	Barankai Andrásné	124	4.
Tóth László Richárd	Berze Nagy János Gimnázium és Szakiskola, Gyöngyös	Kiss Miklós	123	5.
Domján Dániel	Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg	Pálovics Róbert	121	6.
Tibori Tamás Tibold	DE Kossuth Lajos Gyakorló Általános Iskola, 4024 Debrecen	Kotormán Mihály	120	7.
Kiss Péter	Arany János Általános Iskola, 3104 Salgótarján	Sztrémi Zsolt	117	8.
Varjas Dániel	Petőfi Sándor Általános Iskola, 2400 Dunaújváros	Imre György	116	9.
Tóth József	Dobó Katalin Gimnázium, 2500 Esztergom	Mikolai Lászlóné	116	9.
Szijártó András	Noszlopy Gáspár Általános Iskola, 8700 Marcali	Németh László Bene József	116	9.
Barki Bálint	Paragvári Utcai Általános Iskola, 9700 Szombathely	Ágoston Mária	115	12.
Lakatos István	Apáczai Csere János Gyakorló Általános Iskola, 4400 Nyíregyháza	Dr. Kanyuk Jánosné	113	13.
Szijártó László	Dienes Valéria Általános Iskola, Grundschule, 7100 Szekszárd	Vitéz Zsolt	112	14.
Czibor Eszter	Zrínyi Miklós Gimnázium, 8900 Zalaegerszeg	Pálovics Róbert	110	15.
Mayer Péter	Városmajori Gimnázium, 1122 Budapest	Ábrám László	110	15.
Szabó Ádám	Nagyközségi Általános Iskola, 3671 Borsodnádásd	Csók Györgyné Mátyás Károly	109	17.
Benkő Zsolt	Kőbányai Önkormányzati Általános Iskola, 1104 Budapest	Varga Ildikó	109	17.

A díjazott versenyzők listája

A kitűzött feladatok

A kísérleti („K”) feladat

Az asztalon található eszközök segítségével határozd meg a kő sűrűségét! A mérésekhez az ott található eszközökön kívül semmilyen más eszközt nem vehetsz igénybe.

Az acélgolyó sűrűsége $7,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

Az asztalon található tárgyak:

1. Tálca
2. Bunsen-állvány
3. Állítható magasságú konzol (tartókar)
4. Vékony gumiszál
5. Műanyag pohár
6. Csapágygolyók
7. Kódarab
8. A gumiszálra akasztható serpenyő
9. Kancsóban víz

Tóth Pál

Szerezhető pontszám: 16

A kísérletelemző („E”) feladat

Adott két egyenlő hosszúságú, függőleges helyzetű rézcső, melyek közül az egyiket a hossz tengelyével párhuzamosan a feléig bevágtunk, valamint 2 db azonos térfogatú, különböző anyagi minőségű tömör henger.

A kis hengereket egyenként beleejtjük a nem bevágott rézcsőbe. A mért esési idő az 1. sz. henger esetén t_1 , a 2. sz. henger esetén t_2 , és a közöttük fennálló reláció: $t_2 \approx 7 \cdot t_1$.

Ha ezután ugyanebbe a csőbe együtt ejtjük bele a hengereket, akkor az esési idejük azonos lesz (t_3), és $t_3 > t_1$.

a) Milyen anyagból vannak a hengerek?

b) Ugyanezeket a méréseket végezzük el a másik, félig bevágott rézcsővel is! Az esési idők rendre: t_1^* , t_2^* , t_3^* .

Milyen relációs kapcsolat van: t_1 és t_1^* , t_2 és t_2^* , valamint t_3 és t_3^* között?

A hengerek esés közben egyik esetben sem érnek a rézcső falához. A válaszodat mindkét esetben indokold!

Farkas László

Szerezhető pontszám: 10

A fizikatörténeti („T”) feladat

A következő fizikatörténeti feladat a jeles magyar fizikus, Eötvös Loránd életével és munkásságával kapcsolatos. Mindegyik kérdés esetén a négy megadott válasz közül csak egy a helyes. Az általad helyesnek vélt válasz betűjelét írd az előtte lévő üres keretbe! Minden helyes válasz egy pontot ér.

1. Születésének és halálának évében a magyar történelem jelentős eseményei is lejátszódtak. Melyek voltak ezek?

- ☐ Az 1848-as forradalom és szabadságharc és a versailles-i béke.
- ☐ Az 1848-as forradalom és szabadságharc és az első világháború befejezése.
- ☐ Az 1848-as forradalom és szabadságharc és az őszirózsás forradalom.
- ☐ Az 1848-as forradalom és szabadságharc és a Tanácsköztársaság kikiáltása és bukása.

2. Hová utazik a kiegyezés évében természettudományos tárgyakat tanulni?

- ☐ Párizsba
- ☐ Heidelbergbe
- ☐ Berlinbe
- ☐ Prágába

3. Ktől veszi át a fizika tanszék irányítását a pesti egyetemen?

- ☐ Jedlik Ányostól
- ☐ Pázmány Pétertől
- ☐ Puskás Tivadartól
- ☐ Eötvös Józseftől

4. Tudományos eredményeinek elismeréséül melyik kitüntetésben nem részesült?

- ☐ Nobel-díj
- ☐ Becsületrend

- ☐ Szent Száva-rend
☐ Ferenc József-rend

5. Hol található az „Eötvös-csúcs”?

- ☐ A Holdon
☐ Olaszországban
☐ Franciaországban
☐ Ausztriában

6. Miről szól az Eötvös-törvény?

- ☐ Az ingamozgásról
☐ A tömegvonzásról
☐ A kapillaritásról (hajszálcsöveség)
☐ A talajmechanikáról

7. Kinek az eszközét fejlesztette tovább a róla elnevezett „Eötvös-inga” elkészítésekor?

- ☐ Newton
☐ Kirchhoff
☐ Kepler
☐ Cavendish

8. Mi volt az ingával végzett kísérleteiből levont első, a gyakorlatban felhasználható következtetése?

- ☐ A Mecsekben jelentős szénvagyon található.
☐ A Balaton alatt tektonikai (a földkéreg mozgásával kapcsolatos) árok húzódik.
☐ Az algyői gázmező felfedezése.
☐ Az Aggteleki-cseppkőbarlang „Óriások termének” felfedezése.

9. Az alábbi eszközök közül melyik nem Eötvös találmánya?

- ☐ Gravitációs kompenzátor
☐ Gravimeter
☐ Kézi gravírozó
☐ Torziós inga

10. Milyen eszközök segítségével szerzett információkat a Föld korábbi mágneses teréről?

- ☐ Térképek
☐ Téglák, cserepek
☐ Vasedények, kardok
☐ Iránytűk

11. Melyik társulatnak lett az elnöke 1891-ben?

- ☐ Matematikai Társulat
☐ Fizikai Társulat
☐ Geofizikai Társulat
☐ Matematikai és Fizikai Társulat

12. Igaz-e, hogy Eötvös Loránd és apja, Eötvös József is volt vallás és közoktatási miniszter?

- ☐ Nem, mert csak Eötvös Loránd volt az.
☐ Nem, mert csak apja, Eötvös József volt az.
☐ Nem, mert egyikük sem volt az.
☐ Igen, mindketten voltak miniszterek is.

13. Van-e köze Eötvös Lorándnak az Eötvös Kollégiumhoz?

- ☐ Igen, ő alapította, és apjáról nevezte el.
☐ Igen, róla nevezték el.
☐ Nem, csak véletlen névazonosság.
☐ Nem, ezt még apja alapította.

14. Ki kérte ki Eötvös véleményét a potsdami Geodéziai Intézet igazgatójának kinevezésekor?

- ☐ Kirchhoff
☐ Niels Bohr
☐ Einstein
☐ Bunsen

Tóth Pál

Szerezhető pontszám: 14

A gondolkodtató („A”) feladatok

„A1” feladat

A víz párolgáshője sokkal nagyobb, mint az éteré. Mégis, ha mutatóujjainkat egyszerre vízbe és éterbe dugjuk, majd onnét kivesszük, akkor az éterrel benedvesített ujjunkon erőteljesebb a hidegérzetünk, mint a vízzel benedvesített ujjunkon.

Mi lehet a magyarázata?

Wöller László

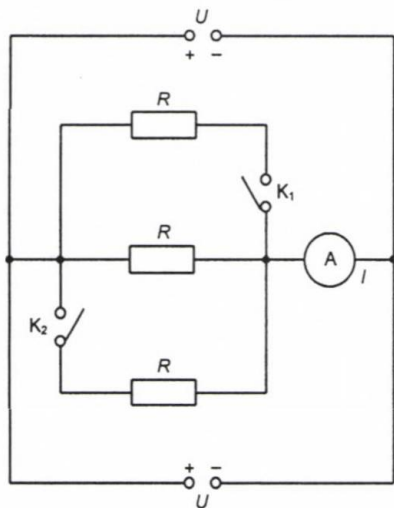
Szerezhető pontszám: 4

„A2” feladat

Hogyan változik az eredő ellenállás (R_e) és az áramerősség (I), ha az ábrán látható kapcsó-

lásban az egyes kapcsolókat a táblázatban feltüntetett módon működtetjük? Mindegyik fogyasztó ellenállása $24\ \Omega$, illetve az áramforrások feszültsége 24 V .

Minden esetben rajzold le az áramkört, és a válaszaidat számítással is igazold!



Kapcsoló		R_e (Ω)	I (A)
K_1	K_2		
NY	NY		
Z	NY		
NY	Z		
Z	Z		

Ferencz János

Szerezhető pontszám: 12

„A3” feladat

Az 50 kg tömegű János a fürdőszobamérleg hirtelen leguggol, majd feláll. Mindkét esetben gyorsulásának nagysága $2\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Melyik esetben nagyobb a súlya és hányszor? A g értéke $10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Dr. Berkes József

Szerezhető pontszám: 8

„A4” feladat

A 100 W elektromos teljesítményű hagyományos izzólámpa fényerejével egyenértékű

energiatakarékos izzólámpa elektromos teljesítménye csupán 23 W . A hagyományos izzólámpa bolti ára 80 Ft , élettartama 1000 óra . Az energiatakarékos izzólámpa ára 2100 Ft , élettartama pedig 8000 óra . Az 1 kWh elektromos energia ára $23,50\text{ Ft}$.

Számítással igazold, hogy 8000 óra világítás esetén a boltban drágábban vásárolt izzólámpa használata olcsóbb! Mennyivel?

Ferencz János

Szerezhető pontszám: 8

„A5” feladat

Laci otthon főzőlappra tett pohárban vizet melegített. Azt tapasztalta, hogy a 20 °C hőmérsékletű víz éppen 8 perc alatt forrt fel.

Mennyi ideig kellett ettől kezdve forralni még a vizet ahhoz, hogy a pohárban az eredeti víz tömegének csak az 58% -a maradjon? Mindennemű veszteségtől eltekintünk.

A víz fajhője $4,2\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{°C}}$, a forráshője $2260\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.

Dr. Berkes József

Szerezhető pontszám: 8

A számításos („B”) feladatok

„B1” feladat

A 40 méter magas toronyból $20\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel függőlegesen lefelé hajtjuk az 1 kg tömegű testet. Ugyanabban a pillanatban, az eső test irányába, a talajról függőlegesen felfelé indítjuk a 3 kg tömegű testet, szintén $20\frac{\text{m}}{\text{s}}$ kezdősebességgel. A két test a találkozásukkor rugalmatlanul ütközik, és összetapadva a talajra esik. A g értéke $10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

a) A hajtás pillanatától számítva mennyi idő múlva esnek a talajra?

b) Mekkora a mozgási energiájuk a földet érés pillanatában?

Farkas László

Szerezhető pontszám: 20

„B2” feladat

Egy személygépkocsi üzemi hőmérsékleten 1 óra alatt átlagosan 5 liter benzint fogyaszt. A benzin égése során felszabaduló hő 30%-a hasznosítható, mintegy 30 % biztosítja az üzemi hőmérsékletet és távozik a légárammal, a többi hőt el kell vezetni. Ezt a gépkocsi hűtőrendszere végzi úgy, hogy a motorblokkban a hengerek körül egy szivattyú vizet áramoltat. A hűtővíz a motorblokkban felveszi a hőt, majd a hűtőben leadja, és a cirkuláció során visszajut a motorblokkba. A hengerekhez érkező víz 85 °C hőmérsékletű, az onnan távozó víz hőmérséklete nem magasabb 100 °C-nál.

Mekkora sebességgel kell a szivattyúnak a vizet áramoltatnia a 12 cm² keresztmetszetű hűtőcsőben ahhoz, hogy a hűtés optimális legyen?

A benzin sűrűsége $700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, a vízé $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, a víz fajhője $4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$, a benzin égéshője pedig

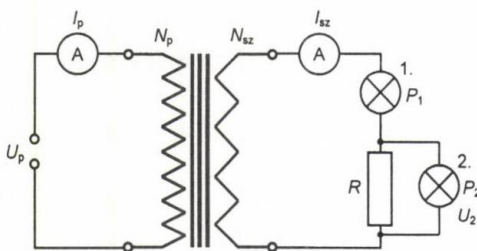
$$46000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}.$$

Wöller László

Szerezhető pontszám: 18

„B3” feladat

Egy transzformátorról két izzólámpát működtetünk az alábbi ábra szerint. A primer tekercs menetszáma $N_p = 800$, a szekunderé $N_{sz} = 100$. Az 1. sz. izzólámpa teljesítménye $P_1 = 52 \text{ W}$, a 2. sz. izzólámpáé $P_2 = 24 \text{ W}$, és erre az izzólámpára $U_2 = 12 \text{ V}$ feszültség jut. A szekunder körben folyó áram erőssége éppen $I_{sz} = 4 \text{ A}$. Az áramforrás és az ampermérők belső ellenállása valamint a transzformátor veszteségei elhanyagolhatók.



- Mekkora feszültség jut az 1. sz. izzólámpára?
- Mekkora R értéke?
- Mekkora a primer feszültség?
- Mekkora a primer áramerősség?

Dr. Berkes József

Szerezhető pontszám: 17

A kitűzött feladatok megoldása**A kísérleti („K”) feladat**

A tartókarra függesztjük a gumiszálát, majd ahhoz a serpenyőt erősítjük. A serpenyőbe tett kódarab hatására a gumiszál megnyúlik. A tartót úgy állítjuk be, hogy a serpenyő alja éppen elérje az asztalt. Cseréljük ki a kódarabot annyi csapágygolyóra, hogy a serpenyő alja ismét az asztalhoz érjen! Ebben az esetben a kódarab tömege megegyezik a csapágygolyók teljes tömegével:

$$m_k = n_1 \cdot m_g = n_1 \cdot \rho_g \cdot V_g$$

Helyezzük a műanyag poharat a tálcára, és öntsük tele színültig vízzel, majd tegyük a vízbe a kódarabot! Emeljük ki ezután a vízből a kódarabot, és tegyük a helyére annyi csapágygolyót, hogy a víz a pohárban ismét színültig legyen! Ebben az esetben a kódarab térfogata megegyezik a csapágygolyók teljes térfogatával:

$$V_k = n_2 \cdot V_g.$$

A kő sűrűsége:

$$\rho_k = \frac{m_k}{V_k} = \frac{n_1 \cdot \rho_g \cdot V_g}{n_2 \cdot V_g} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \rho_g.$$

A csapágygolyók mindkét mérésnél megszámlálhatók, ezért a csapágygolyó sűrűségének ismeretében a kő sűrűsége meghatározható.

A kő sűrűsége: $\rho_k =$

A kísérletelemző („E”) feladat

- A t_1 és t_2 mért értékeiből következik, hogy a 2. sz. hengeres test a mágnes. A t_3 értéke pedig azt mutatja, hogy az 1. sz. test vasból van.

A mozgó (eső) mágnes változó mágneses mezőt hoz létre, amely a rézcső falában Lenz törvénye értelmében olyan irányú áramot indukál, melynek mágneses mezője gátolja a mágnes mozgását (vagyis fékezi), ezért a t_2 sokkal nagyobb, mint a t_1 .

$$b) \quad t_1 = t_1^*, \quad t_2 > t_2^*, \quad t_3 > t_3^*.$$

Az elektromágneses indukció hatására fellépő fékezőerő a rézcső bevágott részénél nem hat, ezért ebben a csőben a mágnes rövidebb idő alatt esik le, mint a másikban (a nem bevágottban).

A fizikatörténeti („T”) feladat

1. Születésének és halálának évében a magyar történelem jelentős eseményei is lejátszódtak. Melyek voltak ezek?

- ☐ Az 1848-as forradalom és szabadságharc és a versailles-i béke.
- ☐ Az 1848-as forradalom és szabadságharc és az első világháború befejezése.
- ☐ Az 1848-as forradalom és szabadságharc és az őszirózsás forradalom.
- ☒ Az 1848-as forradalom és szabadságharc és a Tanácsköztársaság kikiáltása és bukása.

2. Hová utazik a kiegészítés évében természettudományos tárgyakat tanulni?

- ☐ Párizsba
- ☒ Heidelbergbe
- ☐ Berlinbe
- ☐ Prágába

3. Kitől veszi át a fizika tanszék irányítását a pesti egyetemen?

- ☒ Jedlik Ányostól
- ☐ Pázmány Pétertől
- ☐ Puskás Tivadartól
- ☐ Eötvös Józseftől

4. Tudományos eredményeinek elismerésül melyik kitüntetésben nem részesült?

- ☒ Nobel-díj
- ☐ Becsületrend

- ☐ Szent Száva-rend
- ☐ Ferenc József-rend

5. Hol található az „Eötvös-csúcs”?

- ☐ A Holdon
- ☒ Olaszországban
- ☐ Franciaországban
- ☐ Ausztriában

6. Miről szól az Eötvös-törvény?

- ☐ Az ingamozgásról
- ☐ A tömegvonzásról
- ☒ A kapillaritásról (hajszálcsővesség)
- ☐ A talajmechanikáról

7. Kinek az eszközét fejlesztette tovább a róla elnevezett „Eötvös-inga” elkészítésekor?

- ☐ Newton
- ☐ Kirchhoff
- ☐ Kepler
- ☒ Cavendish

8. Mi volt az ingával végzett kísérleteiből levont első, a gyakorlatban felhasználható következtetése?

- ☐ A Mecsekben jelentős szénvagyron található.
- ☒ A Balaton alatt tektonikai (a földkéreg mozgásával kapcsolatos) árok húzódik.
- ☐ Az algyői gázmező felfedezése.
- ☐ Az Aggteleki-cseppkőbarlang „Óriások teremének” felfedezése.

9. Az alábbi eszközök közül melyik nem Eötvös találmánya?

- ☐ Gravitációs kompenzátor
- ☐ Gravimeter
- ☒ Kézi gravírozó
- ☐ Torziós inga

10. Milyen eszközök segítségével szerzett információkat a Föld korábbi mágneses teréről?

- ☐ Térképek
- ☒ Téglák, cserepek
- ☐ Vasedények, kardok
- ☐ Iránytűk

11. Melyik társulatnak lett az elnöke 1891-ben?

- ☐ Matematikai Társulat
☐ Fizikai Társulat
☐ Geofizikai Társulat
☒ Matematikai és Fizikai Társulat

12. Igaz-e, hogy Eötvös Loránd és apja, Eötvös József is volt vallás és közoktatási miniszter?

- ☐ Nem, mert csak Eötvös Loránd volt az.
☐ Nem, mert csak apja, Eötvös József volt az.
☐ Nem, mert egyikük sem volt az.
☒ Igen, mindketten voltak miniszterek is.

13. Van-e köze Eötvös Lorándnak az Eötvös Kollégiumhoz?

- ☒ Igen, ő alapította, és apjáról nevezte el.
☐ Igen, róla nevezték el.
☐ Nem, csak véletlen névazonosság.
☐ Nem, ezt még apja alapította.

14. Ki kérte ki Eötvös véleményét a potsdami Geodéziai Intézet igazgatójának kinevezésekor?

- ☐ Kirchhoff
☐ Niels Bohr
☒ Einstein
☐ Bunsen

A gondolkodtató („A”) feladatok

„A1” feladat

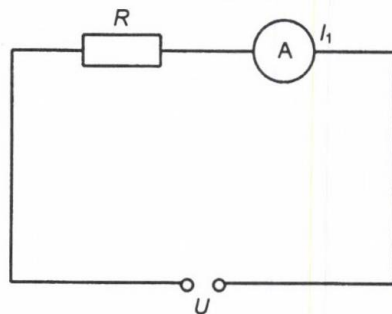
Tételezzük fel, hogy ujjainkon egyenlő mennyiségű (tömegű) folyadék maradt! A nagyobb párolgáshőjű víz a teljes gőzzé válása során a kezünktől valóban több hőt vonna el, mint a teljesen elpárolgó éter. Az éter párolgási sebessége viszont nagyobb, mint a vízé. Emiatt az éter ugyanannyi idő alatt mégis nagyobb mennyiségű hőt von el a környezetétől, a bőrfelületről, mint a víz. Ennek eredménye a bőr gyorsabb hőmérséklet-csökkenése, melyet az idegvégződések felfognak, és erőteljesebb hidegérzet formájában jeleznek.

„A2” feladat

$$R = 24 \, \Omega, \quad U = 24 \, \text{V}.$$

Mindegyik esetben az áramforrásokat párhuzamosan kapcsoltuk, így a feszültség 24 V.

a) A K_1 és a K_2 kapcsoló is nyitott állapotban van.



Az átalakított kapcsolási rajzról leolvasható az eredő ellenállás:

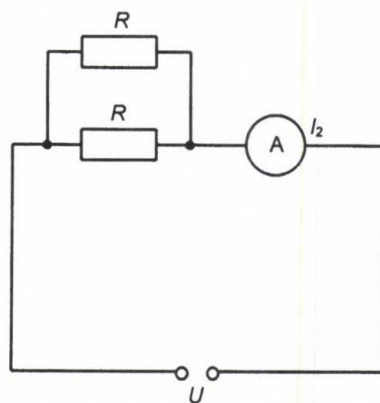
$$R_{e1} = 24 \, \Omega$$

Az áramerősség:

$$I_1 = \frac{U}{R_{e1}} = \frac{24 \, \text{V}}{24 \, \Omega},$$

$$I_1 = 1 \, \text{A}$$

b) A K_1 zárt, a K_2 kapcsoló nyitott állapotban van.



Ebben az esetben az eredő ellenállás:

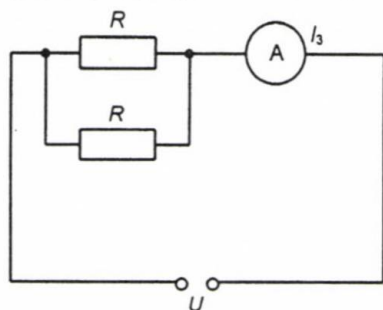
$$R_{e2} = 12 \, \Omega$$

Az áramerősség:

$$I_2 = \frac{U}{R_{e2}} = \frac{24 \, \text{V}}{12 \, \Omega}$$

$$I_2 = 2 \, \text{A}$$

c) A K_1 nyitott, a K_2 kapcsoló zárt állapotban van.



Az eredő ellenállás:

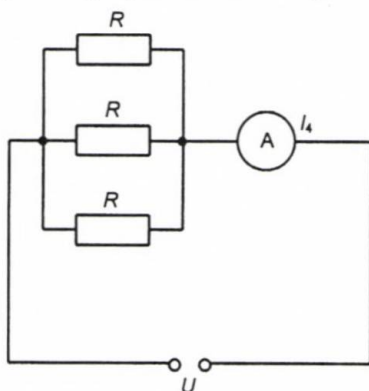
$$R_{e3} = 12 \, \Omega$$

Az áramerősség:

$$I_3 = \frac{U}{R_{e3}} = \frac{24 \, \text{V}}{12 \, \Omega}$$

$$I_3 = 2 \, \text{A}$$

d) A K_1 és a K_2 kapcsoló is zárt állapotban van.



Ekkor az eredő ellenállás:

$$R_{e4} = 8 \, \Omega$$

Az áramerősség:

$$I_4 = \frac{U}{R_{e4}} = \frac{24 \, \text{V}}{8 \, \Omega}$$

$$I_n = 3 \, \text{A}$$

Kapcsoló		R_e (Ω)	I (A)
K_1	K_2		
NY	NY	24	1
Z	NY	12	2
NY	Z	12	2
Z	Z	8	3

„A3” feladat

$$m = 50 \, \text{kg}, \quad a = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \quad g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Jánosra mindkét esetben a gravitációs erő (F_g) és a mérleg által kifejtett nyomóerő hat.

a) Leguggoláskor az eredő erő:

$$F_1 = F_g - F_{n1},$$

amiből a nyomóerő:

$$\begin{aligned} F_{n1} &= F_g - F_1 = m \cdot g - m \cdot a = \\ &= m \cdot (g - a) = 50 \, \text{kg} \cdot 8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 400 \, \text{N}. \end{aligned}$$

b) Felálláskor az eredő erő:

$$F_2 = F_{n2} - F_g,$$

amiből a nyomóerő:

$$\begin{aligned} F_{n2} &= F_g + F_2 = m \cdot g + m \cdot a = \\ &= m \cdot (g + a) = 50 \, \text{kg} \cdot 12 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 600 \, \text{N}. \end{aligned}$$

A nyomóerők viszonyára:

$$\frac{F_{n2}}{F_{n1}} = \frac{600 \, \text{N}}{400 \, \text{N}} = 1,5,$$

amiből:

$$F_{n2} = 1,5 \cdot F_{n1}.$$

A mérleg által kifejtett nyomóerők aránya 1,5, ami megegyezik ezen erők ellenerőinek (súlyuknak) arányával. János súlya a második esetben 1,5-szer nagyobb, mint az első esetben.

(Másik megoldás)

János súlya, ha a mérlegre áll:

$$G = m \cdot g = 50 \, \text{kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 500 \, \text{N}.$$

a) Leguggoláskor János súlyát a gyorsítóerő csökkenti:

$$G_1 = G - F = 500 \, \text{N} - 50 \, \text{kg} \cdot 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 400 \, \text{N}.$$

b) Felálláskor János súlyát a gyorsítóerő növeli:

$$G_2 = G + F = 500 \, \text{N} + 50 \, \text{kg} \cdot 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 600 \, \text{N}.$$

A mért súlyok viszonyára:

$$\frac{G_2}{G_1} = \frac{600 \, \text{N}}{400 \, \text{N}} = 1,5,$$

amiből:

$$G_2 = 1,5 \cdot G_1.$$

Jancsi súlya a második esetben 1,5-szer nagyobb, mint az első esetben.

„A4” feladat

$$P_1 = 100 \text{ W} = 0,1 \text{ kW}, t_1 = 1000 \text{ h},$$

$$P_2 = 23 \text{ W} = 0,023 \text{ kW}, t_2 = 8000 \text{ h}.$$

Számítsuk ki mindkét izzólámpánál az azonos idő alatt felhasznált elektromos energiát! Éppen 8 darab hagyományos izzólámpa együttes élettartama egyezik meg az energiatakarékos izzólámpa élettartamával.

a) A 8 darab hagyományos izzólámpa működése során felhasznált elektromos energia:

$$W_1 = 8 \cdot P_1 \cdot t_1 = 8 \cdot 0,1 \text{ kW} \cdot 1000 \text{ h} = 800 \text{ kWh}.$$

A felmerült költségek:

$$8 \cdot 80 \text{ Ft} + 800 \cdot 23,5 \text{ Ft} = 19\,440 \text{ Ft}.$$

b) Az energiatakarékos izzólámpa élettartama során felhasznált elektromos energia:

$$W_2 = P_2 \cdot t_2 = 0,023 \text{ kW} \cdot 8000 \text{ h} = 184 \text{ kWh}.$$

A felmerült költségek:

$$2100 \text{ Ft} + 184 \cdot 23,5 \text{ Ft} = 6424 \text{ Ft}.$$

A megtakarításunk abban az esetben, ha a hagyományos izzólámpa helyett energiatakarékos izzólámpát alkalmazunk:

$$19\,440 \text{ Ft} - 6424 \text{ Ft} = \mathbf{13\,016 \text{ Ft}}.$$

„A5” feladat

$$T_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}, t_1 = 8 \text{ min}, T_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$m_2 = 0,42 \cdot m_1, c = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}, L_f = 2260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}.$$

A víz melegítése és forralása során a főzőlap teljesítménye nem változik:

$$P_1 = P_2,$$

$$\frac{Q_1}{t_1} = \frac{Q_2}{t_2}$$

$$\frac{c \cdot m_1 \cdot (T_2 - T_1)}{t_1} = \frac{L_f \cdot 0,42 \cdot m_1}{t_2}$$

Az egyenlet rendezése után:

$$t_2 = \frac{0,42 \cdot L_f \cdot t_1}{c \cdot (T_2 - T_1)} = \frac{0,42 \cdot 2260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 8 \text{ min}}{4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 80 \text{ }^\circ\text{C}} = \frac{7593,6}{336} \text{ min},$$

$$t_2 = 22,6 \text{ min}$$

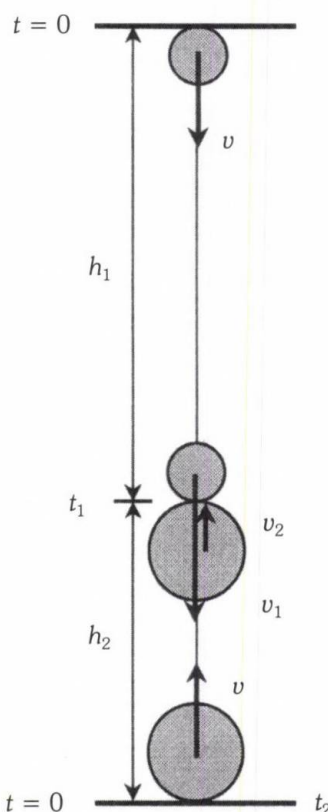
A vizet 100 °C hőmérsékletűre való felmelegítése után még 22,6 percig kell forralni, hogy annak 58%-a maradjon csak a főzőpohárban.

A számításos („B”) feladatok

„B1” feladat

$$h = 40 \text{ m}, v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}, m_1 = 1 \text{ kg},$$

$$m_2 = 3 \text{ kg}, g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$



a) A találkozásig az m_1 tömegű test h_1 , az m_2 tömegű test h_2 utat tesz meg:

$$h = h_1 + h_2 = v \cdot t_1 + \frac{g}{2} \cdot (t_1)^2 + v \cdot t_1 - \frac{g}{2} \cdot (t_1)^2 = 2 \cdot v \cdot t_1,$$

ahonnan:

$$t_1 = \frac{h}{2 \cdot v} = \frac{40 \text{ m}}{2 \cdot 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1 \text{ s}.$$

A találkozásakor az m_1 tömegű test sebessége:

$$v_1 = v + g \cdot t_1 = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ s} = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

A találkozásakor az m_2 tömegű test sebessége:

$$v_2 = -v + g \cdot t_1 = -20 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ s} = -10 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

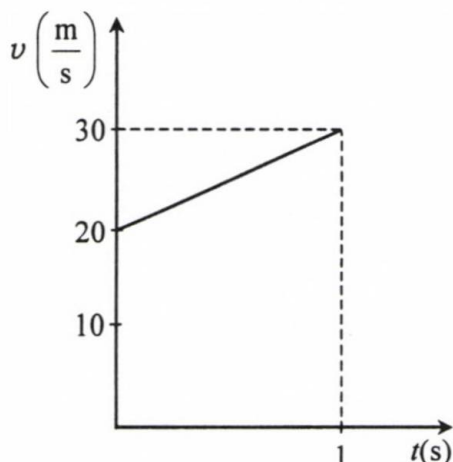
A lendület megmaradása értelmében:

$$I_1 + I_2 = I, \\ m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2) \cdot v_3,$$

ahonnan:

$$v_3 = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2} = \frac{1 \text{ kg} \cdot 30 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 3 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1 \text{ kg} + 3 \text{ kg}} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Ábrázoljuk az m_1 tömegű test sebességét az elhajítás pillanatától az m_2 tömegű testtel való találkozásig eltelt idő függvényében!



A grafikonról leolvasható adatokból meghatározható az m_1 tömegű testnek az m_2 tömegű testtel való ütközéséig megtett h_1 útja:

$$h_1 = \frac{v + v_1}{2} \cdot t_1 = \frac{20 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2} \cdot 1 \text{ s} = 25 \text{ m}.$$

Az m_2 tömegű testnek az m_1 tömegű testtel való ütközéséig megtett h_2 útja:

$$h_2 = h - h_1 = 40 \text{ m} - 25 \text{ m} = 15 \text{ m}.$$

A találkozásakor összetapadt testek ütközés utáni sebessége zérus, így h_2 magasságból kezdősebesség nélkül szabadon esnek. A h_2 útra fennáll:

$$h_2 = \frac{g}{2} \cdot (t_2)^2,$$

amiből az esésidő:

$$t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot h_2}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 15 \text{ m}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = \sqrt{3} \text{ s} \approx 1,73 \text{ s}.$$

A testek elhajításának pillanatától a talajra érkezésükig eltelt idő:

$$t = t_1 + t_2 = 1 \text{ s} + 1,73 \text{ s},$$

$$t = 2,73 \text{ s}$$

b) Az összetapadt testek sebessége a talajra érkezéskor:

$$v_4 = g \cdot t_2 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \sqrt{3} \text{ s} = 10 \cdot \sqrt{3} \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

A testek mozgási energiája a talajra érkezéskor:

$$E_m = \frac{1}{2} \cdot (m_1 + m_2) \cdot v_4^2 = \frac{1}{2} \cdot 4 \text{ kg} \cdot \left(10 \cdot \sqrt{3} \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2,$$

$$E_m = 600 \text{ J}$$

„B2” feladat

$t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$, $V = 5 \text{ liter} = 5 \text{ dm}^3$,
 $A = 12 \text{ cm}^2$, $T_1 = 85^\circ\text{C}$, $T_2 = 100^\circ\text{C}$, $\eta = 40\%$,

$$\rho_b = 700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 0,7 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}, \rho_v = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3},$$

$$c_v = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}, L_e = 46000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}.$$

Az 1 óra alatt elégetett üzemanyag tömege:

$$m = \rho_b \cdot V = 0,7 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot 5 \text{ dm}^3 = 3,5 \text{ kg}.$$

Az üzemanyag égése során bekövetkező energiaváltozás:

$$\Delta E_b = L_\epsilon \cdot m = 46000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 3,5 \text{ kg} = 161000 \text{ kJ}.$$

A hűtőrendszer által 1 óra alatt elvezetett hőmennyiség:

$$Q = \eta \cdot \Delta E_b = 0,4 \cdot 161000 \text{ kJ} = 64400 \text{ kJ}$$

Az áramló hűtővíz által az 1 másodperc alatt elvezetett hőmennyiség:

$$Q_1 = \frac{Q}{3600} = \frac{64400 \text{ kJ}}{3600} \approx 17,89 \text{ kJ},$$

melyre másrészt fennáll:

$$Q_1 = c_v \cdot m_v \cdot (T_2 - T_1),$$

amiből az 1 másodperc alatt átáramló víz tömege:

$$m_v = \frac{Q_1}{c_v \cdot (T_2 - T_1)} = \frac{17,89 \text{ kJ}}{4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 15 ^\circ\text{C}} \approx 0,284 \text{ kg} = 284 \text{ g}.$$

Ennek térfogata:

$$V_v = \frac{m_v}{\rho_v} = \frac{284 \text{ g}}{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 284 \text{ cm}^3.$$

A cső adott helyén 1 másodperc alatt átáramlott vízoszlop hossza:

$$l = \frac{V_v}{A} = \frac{284 \text{ cm}^3}{12 \text{ cm}^2} = 23,7 \text{ cm}.$$

A hűtőcsőben áramló víz sebessége:

$$v = \frac{l}{t} = \frac{23,7 \text{ cm}}{1 \text{ s}}$$

$$v = 23,7 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 0,237 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

A hűtőcsőben áramló víz sebessége:

$$0,237 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

„B3” feladat

$$N_p = 800, N_{sz} = 100, P_1 = 52 \text{ W}, P_2 = 24 \text{ W}, \\ U_2 = 12 \text{ V}, I_{sz} = 4 \text{ A}.$$

a) Az 1. sz. izzólámpa teljesítménye:

$$P_1 = U_1 \cdot I_{sz},$$

amiből az 1. sz. izzólámpára jutó feszültség:

$$U_1 = \frac{P_1}{I_{sz}} = \frac{52 \text{ W}}{4 \text{ A}},$$

$$U_1 = 13 \text{ V}$$

b) A 2. sz. izzólámpa teljesítménye: $P_2 = U_2 \cdot I_2$, amiből

$$I_2 = \frac{P_2}{U_2} = \frac{24 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 2 \text{ A}.$$

Az R ellenálláson áthaladó áram erőssége:

$$I_1 = I_{sz} - I_2 = 2 \text{ A}.$$

Az R ellenállás értéke:

$$R = \frac{U_2}{I_1} = \frac{12 \text{ V}}{2 \text{ A}},$$

$$R = 6 \Omega$$

c) A szekunder feszültség:

$$U_{sz} = U_1 + U_2 = 13 \text{ V} + 12 \text{ V} = 25 \text{ V}.$$

A transzformátor tekercseinek menetszáma és a feszültségek közötti összefüggés:

$$\frac{N_p}{N_{sz}} = \frac{U_p}{U_{sz}}.$$

Ahonnan a primer feszültség:

$$U_p = U_{sz} \cdot \frac{N_p}{N_{sz}} = 25 \text{ V} \cdot \frac{800}{100}$$

$$U_p = 200 \text{ V}$$

d) Ha a veszteségektől eltekintünk, akkor a primer és a szekunder teljesítmény megegyezik:

$$I_p \cdot U_p = I_{sz} \cdot U_{sz}.$$

Ahonnan a primer áramerősség:

$$I_p = I_{sz} \cdot \frac{U_{sz}}{U_p} = 4 \text{ A} \cdot \frac{25 \text{ V}}{200 \text{ V}},$$

$$I_p = 0,5 \text{ A}$$

Dr. Zátanyi Sándor

A 2001. évi országos fizika tantárgyi mérés eredményei

A tanítás-tanulás hatékonyságának megalapításához szükséges megfelelő időközönként az eredmények számbavétele, elemzése. Ehhez – más visszajelzések mellett – konkrét támpontot nyújthat az az eredményvizsgálat, amelyet a Kiss Árpád OKSZI Alapműveltségi Vizsgaközpont végez évről évre az arra önként jelentkező iskolák részvételével (Zátanyi Sándor, 2001. a.; 2001. b.). Az iskolai eredmények összevetése az országos felmérés adataival jó kiindulási alapot jelenthet a munkaközösségek, tanárok számára az elért eredmények megállapításához, rögzítéséhez és a teendők, feladatok meghatározásához.

A következőkben a 2001 májusában-júniusában végzett fizika tantárgyi mérés 8. és 10. évfolyamon elért eredményeit szeretnénk ismertetni. A feladatlapok az általános iskola fizika tananyagára épültek. A felmérés időszakában az általános iskolák egy része lényegében az 1978-as tanterv alapján tanította a fizikát, más része pedig az időközben megjelent *Nemzeti alaptanterv* követelményei szerint dolgozta fel a tananyagot. Ezt figyelembe véve a Vizsgaközpont által kidolgozott egyik feladatlap-sorozaton az 1978-as tantervhez kapcsolódó feladatok voltak, míg a másik sorozathoz tartozó feladatlapok a Nemzeti alaptanterv alapján kidolgozott feladatokat tartalmaztak. Ebből adódóan az 5. sorozat feladatlapjain a mechanika, a hőtan, az elektromosságtan és a fénytán tananyagára épülő feladatok szerepeltek; a 6. sorozat feladatlapjain viszont csak három témakörhöz tartozó feladatok voltak; nem tartalmazott ez a sorozat fénytani feladatokat. Az egyes iskolák annak megfelelően kaptak feladatlapokat az egyik

vagy a másik sorozatból, hogy melyik tanterv alapján dolgoztak. A 10. osztályos tanulók ugyanazokat a feladatokat oldották meg, mint a 8. osztályosok.

Mindkét sorozatból négy-négy változat (A-D) készült. A négy-négy változat hasonló szerkezettű volt, s *lefedte* a teljes tantervi anyag követelményeit. Természetesen törekedtünk arra is, hogy az azonos sorozathoz tartozó feladatlapok nehézségi szintje megközelítően azonos legyen (Vidákovich Tibor, 1993.: 17. o.). A tervezett feladatlapokat előzetesen megoldották a tanulók néhány iskolában, s ez alapján lehetőség nyílt a korrigálásra és a feladatlapok nehézségi szintjének a közelítésére.

A felmérés során minden tanuló a négy-négy feladatlap közül csak egyet-egyet oldott meg. Az egyes feladatlapokon 20-22 feladat volt, attól függően, hogy mennyi volt az egyes feladatok önállóan is értékelhető egységeinek, *itemjeinek* a száma, s ebből adódóan a pontszáma. Mindegyik feladatlap megoldásával maximum 60-60 pontot lehetett elérni.

A feladatlapok javítását, pontszámmal történő értékelését az iskolák tanárai végezték a feladatlapokhoz mellékelt javítási útmutató alapján. Az elért eredmények rögzítését, összegezését a Kiss Árpád OKSZI Alapműveltségi Vizsgaközpont végezte. A feladatmegoldások különböző szempontok szerinti összegezéséhez, elemzéséhez az egyes itemek átlagát vettük alapul, s ezekből határoztuk meg az elért eredményeket.

Mivel a feladatok megoldásának a javítása gondolati egységenként, logikai lépésenként (itemenként) történt, alkalom nyílt annak megállapítására is, hogy melyek voltak az adott ta-

nulócsoportban a jellegzetes hibák, illetve mi-
ben érték el a tanulók kiváló eredményeket
(Vidákovich Tibor, 1992.: 33-34. o.).

Az egyes feladatlapokat megoldó tanulók
számát az 1. táblázat mutatja.

A tanulók által elért átlageredmények a 8. és 10. évfolyamon

A vizsgálatban részt vett 8. és 10. évfolyamos
tanulók a 2. táblázatban feltüntetett átlag-
eredményeket érték el a feladatok megoldásában.

Az 5. sorozathoz tartozó feladatlapok mind-
egyik változatában jobbák az eredmények, mint a
6. sorozathoz tartozó feladatlapok megoldásában.

Az egyes feladatlapok megoldásában elért
8. és 10. évfolyamos átlageredményekből kiszá-
mítottuk a korrelációs együtthatókat. Figyelem-
be véve az egyes feladatlapok itemjeinek a szá-
mát és a kapott korrelációs együtthatókat, azt
állapíthatjuk meg, hogy a 8. és a 10. évfolya-
mos tanulói teljesítmények között 5 %-os való-
színűségi szint mellett szignifikáns összefüggés
adódik (Ágoston György – Nagy József – Orosz
Sándor, 1971. 321. o.; Atkinson, R. L. és mun-
katársai, 1999. 235. o.) Ez azt jelzi, hogy a tanu-
lók e két évfolyamon többségében ugyanazok-
nak az itemeknek a megoldásában érték el
viszonylag jó, illetve gyenge eredményeket.

	A tanulók száma		
	8. évfolyam	10. évfolyam	Együtt
A-5.	293	343	636
B-5.	264	358	622
C-5.	252	355	607
D-5.	242	342	584
A-6.	331	418	749
B-6.	314	389	703
C-6.	275	384	659
D-6.	267	379	646
Összesen	2238	2968	5206

1. táblázat

A minimum és a minimum feletti követelményekhez tartozó feladatok megoldása

A felmérés során alkalmazott feladatok egy
része a minimum szintű, más része a mini-
mum feletti követelmények körébe tartozik.
E szinteket ugyanabban az értelemben alkalmaz-
tuk, ahogy ezt a részletes fizika követelmény-
rendszer megfogalmazza. A minimum szintű kö-
vetelmények azoknak a fizikai törvényeknek,
fogalmaknak, összefüggéseknek a körét foglalja
magába, amelyeknek elsajátítása alapvetően
szükséges a továbbhaladáshoz. A minimum fe-
letti követelmények a többi tantervi anyag elsa-
játításához kapcsolódnak (Zátonyi Sándor,
1998., 10., 49. o.). A feladatlapok kidolgozása-
kor a 7-8. évfolyam tananyagához kapcsolódó
követelményeket vettük figyelembe.

A 8. és a 10. évfolyamba járó tanulók
a 3. táblázatban feltüntetett eredményeket érték
el a minimum és a minimum feletti követelmé-
nyek teljesítésében. A táblázat 2. és 3. oszlopá-
ban a feladatok és az itemek számának a meg-
jelölésében az első szám a minimum, a kötőjel
utáni, második szám pedig a minimum feletti
követelményekre vonatkozik.

A minimum szinthez tartozó követelmények
teljesítésében a feladatlapok többségében jobb
eredmények születtek, mint a minimum feletti
követelményekhez tartozó feladatok megoldá-
sában. Ez a különbség azonban jelentősen ki-
sebb, mint a korábbi években. Első ízben for-
dult elő, hogy a 8. osztályos tanulók az egyik
feladatlapon (A-5.) gyengébb átlagteljesítményt
érték el a minimum szintű feladatok megoldásá-
ban (37,7 %), mint a minimum feletti követel-
mények teljesítésében (41,8 %). Természetesen
az lenne kíváncsi, hogy a továbbhaladáshoz
alapvetően szükséges minimum szintű ismere-
tek, készségek, képességek teljesítésében jelen-
tősen jobb eredmények szülessenek, mint a töb-
bi követelményben.

Témakörönkénti eredmények

Néhány feladat tartalma szerint két vagy több témakörbe is tartozott. E feladatokat abba a témakörbe soroltuk, amelyhez a kérdésben szereplő fogalom tartozik. (Például: az elektromos fogyasztó által végzett munkából és az összes munkából a fogyasztó hatásfokát kell kiszámítani a tanulónak. Ezt a feladatot a hatásfokot tartalmazó *mechanika* témakörbe soroltuk s nem az elektromosságtanhoz.)

A vizsgálatban részt vett tanulók a 4. táblázatban feltüntetett átlageredményeket érték el az egyes témakörök anyagára épülő feladatok megoldásában.

A legjobb eredményt az 5. sorozathoz tartozó feladatok közül a 8. évfolyamos tanulók az elektromosságtanhoz (44,2 %), a 10. évfolyamosok a hőtanhoz (31,7 %) tartozó feladatok megoldásában érték el. A 6. sorozat feladataiból mindkét évfolyamon a mechanika

Feladatlap	A feladatok száma	Az itemek száma	8. évfolyam		10. évfolyam		Korrelációs együttható
			Átlag (%)	Szórás (%)	Átlag (%)	Szórás (%)	
A-5.	20	60	39,8	21,1	29,1	17,4	r = 0,67
B-5.	20	60	30,8	20,0	25,0	21,7	r = 0,80
C-5.	20	60	35,9	20,1	31,8	19,1	r = 0,72
D-5.	21	60	37,9	22,8	30,2	24,1	r = 0,78
A-6.	21	60	47,6	16,9	36,9	19,8	r = 0,82
B-6.	22	60	42,1	19,5	34,6	23,3	r = 0,96
C-6.	20	60	48,7	18,0	41,6	21,6	r = 0,86
D-6.	20	60	53,2	21,4	44,4	26,9	r = 0,90

2. táblázat

Feladatlap	A feladatok száma	Az itemek száma	8. évfolyam				10. évfolyam			
			Minimum		Minimum felett		Minimum		Minimum felett	
			Átlag (%)	Szórás (%)	Átlag (%)	Szórás (%)	Átlag (%)	Szórás (%)	Átlag (%)	Szórás (%)
A-5.	10+10	30+30	37,7	24,4	41,8	17,6	30,0	19,8	28,2	15,1
B-5.	9+11	30+30	34,8	21,0	26,7	18,6	27,2	17,1	22,8	25,4
C-5.	10+10	30+30	36,3	24,7	35,5	14,7	36,0	23,2	27,4	12,5
D-5.	12+9	30+30	37,9	27,2	37,8	17,9	33,0	28,8	27,4	18,2
A-6.	10+11	30+30	49,3	15,3	45,9	16,9	42,6	14,7	31,2	21,7
B-6.	12+10	30+30	46,3	18,9	37,8	19,4	37,0	21,8	31,7	24,8
C-6.	10+10	30+30	50,8	18,8	46,5	17,2	44,2	21,3	39,1	22,0
D-6.	10+10	30+30	60,9	21,5	45,4	18,6	55,5	24,9	33,4	23,2

3. táblázat

témaköréhez tartozó feladatok megoldásában született a legjobb eredmény (52,4 %, illetve 46,6 %).

A leggyengébb eredmény az 5. sorozat feladatai közül a 8. osztályban a fénytanból (21,0%), a 10. osztályban az elektromosságtanból (25,6 %) adódott. A 6. sorozat feladatai közül mindkét évfolyamon az elektromosságtan feladatait oldották meg a tanulók a leggyengébb átlageredménnyel (40,5 %; illetve 27,3 %).

Az eredmények megoszlása a feladatmegoldások szintjei szerint

Az ellenőrzés során tulajdonképpen arról kapunk visszajelzést, hogy a tanulók meglevő tudásuk adott területére mennyire képesek visszaemlékezni, hogyan tudják azt értelmezni, illetve alkalmazni. Ennek megfelelően a feladatok egy része a tanult ismeretek *felidézését*, más része az ismeretek *értelmezését*, további része az ismeretek *alkalmazását* kívánta meg a tanulóktól (Zátonyi Sándor, 1998.: 11. o.).

Az elért tanulói teljesítmények feladatmegoldások szintjei szerinti megoszlását az 5. táblázat mutatja.

A megoldási szintek szerinti átlageredmények közül a legjobb átlageredmény az 5. sorozat esetében az *alkalmazás* (8. évf.: 41,4 %) és az *értelmezés* szintű feladatok megoldásában adódott (10. évf.: 34,0 %). A 6. sorozathoz tartozó feladatok megoldásában mindkét évfolya-

mon az értelmezésben legjobb az eredmények (50,8 %, illetve 45,9 %).

A leggyengébb átlageredményt az 5. és a 6. sorozaton belül is mindkét évfolyamon a *felidézés* szintű feladatok megoldásában érték el a tanulók (8. évf.: 11,3 % és 36,3 %; 10. évf.: 14,0 % és 25,0 %). Elgondolkodtató ez az adatsor, mivel a felidézést igénylő feladatok megoldásához nem szükségesek összetett gondolkodási műveletek. E feladatok megoldásának csupán az a feltétele, hogy emlékezetbe vessék a tanulók a megismert, megértett tényt, jelenséget, összefüggést, s azt változatlan tartalommal, azonos formában felidéz-
zék. Az ilyen feladatok megoldásában mutatkozó gyenge eredmény tehát a szorgalom, illetve a tanulás iránti motiváció hiányára vezethető vissza.

Példák a legjobb és leggyengébb átlageredménnyel megoldott feladatokból

A következőkben a feladatok nehézségének és a feladatmegoldások eredményességének érzékeltetése céljából közlünk egy-egy feladatot a legjobb és a leggyengébb átlageredménnyel megoldott feladatok közül. A példákat a különböző megoldási szintekhez tartozó feladatok (felidézés, értelmezés, alkalmazás) köréből vesszük.

Felidézés

A-6/10. feladat: Magyarországon a lakásokban a hálózati áramforrás

a) feszültsége?
(8. évf.: 60 %; 10. évf.: 48 %.)

Feladatlap	Témakör	A feladatok száma	Az itemek száma	8. évfolyam		10. évfolyam	
				Átlag (%)	Szórás (%)	Átlag (%)	Szórás (%)
5. sorozat A-D változat	Mechanika	33	102	36,0	20,4	31,6	19,6
	Hőtan	14	41	42,7	25,1	31,7	27,6
	Elektromosságtan	18	52	44,2	17,5	25,6	17,4
	Fénytan	16	45	21,0	14,2	27,3	18,2
6. sorozat A-D változat	Mechanika	34	99	52,4	17,1	46,6	19,6
	Hőtan	22	71	48,7	21,0	40,7	26,7
	Elektromosságtan	27	70	40,5	17,9	27,3	17,2

4. táblázat

b) frekvenciája?
(8. évf.: 37 %; 10. évf.: 36 %.)

B-6/12. feladat: A lakás fő áramkörében fogyasztásmérő („villanyóra”) van.

a) Milyen fizikai mennyiséget mér ez a készülék?
(8. évf.: 21 %; 10. évf.: 11 %.)

b) Milyen mértékegységben méri ezt a mennyiséget?
(8. évf.: 28 %; 10. évf.: 13 %.)

Értelmezés

D-6/1. feladat: A vonat egyenes vonalú egyenletes mozgással halad a nyílt pályán. Egészítsd ki a vonat mozgásával kapcsolatos alábbi mondatokat a megfelelő szavakkal!

a) A vonat egyenlő idők alatt
utakat tesz meg. (8. évf.: 93 %; 10. évf.: 92 %.)

b) A vonat 5-ször annyi idő alatt
utat tesz meg. (8. évf.: 91 %; 10. évf.: 93 %.)

c) A vonatnak 10-szer akkora út megtételéhez
idő szükséges. (8. évf.: 91 %; 10. évf.: 89 %.)

d) A vonat pillanatnyi sebessége
mint az átlagsebessége. (8. évf.: 50 %; 10. évf.: 50 %.)

C-5/9. feladat: A síktükörben a képet a tiszta látótávolságban (25 cm) akarjuk látni. Milyen távolságban kell az arcunkhoz tartani a tükört? (8. évf.: 13 %; 10. évf.: 13 %.)

Alkalmazás

B-6/4. feladat: Az egyik vasbeton gerenda térfogata $0,06 \text{ m}^3$, tömege 144 kg. Mekkora a vasbeton sűrűsége? (8. évf.: 63 %; 10. évf.: 54 %.)

B-5/11. feladat: Az egyik csavar meglazításához 40 Nm forgatónyomaték szükséges. Mekkora erő kell a csavar meglazításához, ha 20 cm hosszú villaskulcsot használunk? (8. évf.: 15 %; 10. évf.: 18 %.)

Irodalom

- [1] Ágoston György – Nagy József – Orosz Sándor: Mérések módszerek a pedagógiában. Tankönyvkiadó, Bp., 1971.
- [2] Atkinson, R. L. és munkatársai: Pszichológia. Osiris Kiadó, Bp., 1999.
- [3] Vidákovich Tibor: Diagnosztikus elemzés és visszajelzés. In: Pedagógiai diagnosztika I. (Szerk.: Vidákovich Tibor.) Alapműveltségi Vizsgaközpont, Szeged, 1992. 29-35. o.
- [4] Vidákovich Tibor: Diagnosztikus tesztbankok. In: Pedagógiai diagnosztika II. (Szerk.: Vidákovich Tibor.) Alapműveltségi Vizsgaközpont, Szeged, 1993. 7-23. o.
- [5] Zátónyi Sándor: Alapműveltségi vizsga. Részletes követelmények és a vizsgáztatás eszközei, módszerei. Fizika. OKI Alapműveltségi Vizsgaközpont, Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 1998.
- [6] Zátónyi Sándor: Fizika felmérő. A 8-11. évfolyamos tanulók tudásának diagnosztikus értékelése. Iskolakultúra, 2001. évf. 3. sz.
- [7] Zátónyi Sándor: A 8. és 10. évfolyamos tanulók fizika tantárgyi tudásának diagnosztikus értékelése. A Fizika Tanítása, 2001. május.

Feladatlap	Megoldási szint	A feladatok száma	Az itemek száma	8. évfolyam		10. évfolyam	
				Átlag (%)	Szórás (%)	Átlag (%)	Szórás (%)
5. sorozat A-D változat	felidézés	5	13	11,3	7,9	14,0	10,0
	értelmezés	55	138	35,0	22,9	34,0	23,6
	alkalmazás	21	89	41,4	16,5	25,0	13,2
6. sorozat A-D változat	felidézés	8	11	36,3	11,5	25,0	9,1
	értelmezés	58	156	50,8	20,5	45,9	23,2
	alkalmazás	17	73	43,8	15,7	28,1	17,8

5. táblázat

Dr. Veidner János

Modell – modellalkotás a fizikában

A tudományos modellek mind több tudományban (fizika, kémia, biológia, fiziológia) a XX. században, főként az utolsó negyven évben a kibernetika kialakulása, valamint a tudományok matematizálódása és kibernetizálódása miatt egyre nagyobb szerepet kapnak.

Gondoljuk át, gyűjtsük össze, hogy eddigi tanulmányainkban milyen tudományos modellekkel találkoztunk!

Mit jelent modellezni?

1. Modellt alkotni, modellezni annyit jelent, hogy egy jelenséghez, folyamathoz, kérdéshez – a lényegesnek ítélt szempontok figyelembe vételével hasonlót keresünk. Ez nem a valóságot jelenti, hanem annak leegyszerűsített, de a megismerés szempontjából mégis használható változatát.

2. A modell fogalma jelentheti a tárgy kicsinyített mását, ideális képét, a jelenség reprezentálását is.

3. A modell fogalmát máskor az objektum reprodukálásával azonosítják. Ez a reprodukálás azonban nem jelentheti az eredetivel minden tekintetben azonos utánezatot, hanem olyan reprodukciót, amely szükségképpen különbözik is a modellezett objektumtól. [Dr. Kocsondi András filozófus: *Modell – módszer.*]

Indíték a modellezéshez

A valós objektumok törvényszerűségeit nem mindig tudjuk feltárni, ezért megalkotjuk modelljüket, és azt vizsgáljuk.

Korunk tudományos megismerésében egyre nagyobb szerepet kap a **valóság indirekt, modellek közvetítésével történő tanulmányozása**. Egyre szélesebb körben alkalmazzák az ún. **modellmódszert**.

Modell

- Minta. [Új magyar lexikon]
- Az elmélet és a valóság egyszerűsített, absztrakt mása.
- A végtelenül sokoldalú és bonyolult – valóságos, természetes vagy mesterséges rendszerek tulajdonságait valamilyen módon és szempontból hűen tükröző objektum. [Fizikai Szemle]
- A modell olyan, a megismerés objektumával objektív megfelelési viszonyban levő és a kutatás folyamatában azt helyettesítő anyagi vagy eszmei rendszer, amelynek tanulmányozása új információszerzést tesz lehetővé magáról a megismerés objektumáról.

A jó modell jellemzői

- A modellek megalkotásakor bizonyos idealizált elemi modellből indulunk ki.
- A modellnek a valóságos rendszer minden lényeges tulajdonságával rendelkeznie kell.
- Korszerű legyen.
- Ugyanannak a rendszernek több fizikai modelle is lehet. Az a jobb, amelyik jobban megközelíti a valóságos rendszert.
- A jobb modell gyakran bonyolultabb, de előfordul, hogy strukturálisan vagy fogalmilag jobb a réginél.
- Ha a modell jól illeszkedik a valósághoz, jósatai nagyobb értékben beválnak.
- Minél bonyolultabb, annál hívebben tükrözi a rendszer sajátosságait, de annál nehezebben vizsgálható és értékelhető.
- A modell kísérlettel vagy számítással ellenőrizhető legyen.
- A modellnek elég realiztikusnak kell lennie, hogy tükrözze a valóság szemügyre vett aspektusát.
- A jó modell egyik ismertetőjegye, hogy a kutatás, a vizsgálat folyamatában új legyen.

Rossz a modell

– Ha annyira egyszerű, hogy félreérthető.

Modellkísérlet

Célja az elméleti megállapítások ellenőrzése, illetve egyes következtetések vizsgálatával az anyag új tulajdonságainak feltárása.

A mai modellezés eszköze

A mai kutatásban a modellezés rendkívül hasznos eszköze a **számítógép**. Példa erre a könyvünkben bemutatott középiskolai program.

Összefoglalásként idézzük MARX György fizikus akadémikus és TÓTH Eszter által a modelloktatáshoz készített hét tézisét.

1. A valóság tisztelete és megfigyelése.
2. A lényeges vonások, a fontos adatok kiválasztása.
3. Modellalkotás: a kérdéses adatok változását értelmező, kevés szabadsági fokú és szemléletessége folytán nyomon követhető rendszer szerkesztése.
4. A modell működtetése: további jelenségek előrelátása a modell alapján.
5. A modell ellenőrzése kísérletekkel, érvényességi határainak letapogatása.
6. A modell magabiztos gyakorlati alkalmazása annak érvényességi határain belül.
7. Az érvényességi határon túl a modell javítása, gazdagítása, kutatás újabb modell után. [Modellalkotás a természettudományi nevelésben. Fizikai Szemle, 1981. 9. sz.]

A tudományos modellek osztályozása

A modellek osztályozása felépítésük módja szerint:

- anyagi modellek,
- eszmei modellek (kibernetikai).

A modellezés folyamatának főbb szakaszai

- A modellezés szükségességének (célszerűségének) felvetődése
- A modellezés elméleti előkészítése.
- Modellalkotás.
- A modell tanulmányozása.
- Ismeretátvitel a megismerés objektumára.
- Az új ismeret ellenőrzése és igazolása.

Fizikusok a modellezésről

GALILEI

A mechanikai mozgásra és vonzásra vonatkozó gondolati modelljei ismertek.

NEWTON

– A fény és a gravitáció mechanikai modelljének megteremtésére törekedett.

– „A természetfilozófia matematikai alapjai” című művében a modellezés elméleti, metodológiai problémáival is foglalkozott.

Életében jelennek meg a technikai-logikai modellek (Pascal összeadógépe, Leibniz szorzógépe).

MAXWELL

Elgondolása: Az új fizikai elmélet megalkotásának kiindulópontja az adott jelenség egyszerűsített modelljének létrehozása a fizika más fejezeteiben elért eredményeinek felhasználásával (hasonlóság-elmélet). Az elektromágneses jelenségeket az összenyomhatatlan folyadékokkal való analógiára épülő modell alapján tanulmányozta.

XX. SZÁZAD

A modellezés térhódítása a tudományokban. Megjelenik a kibernetika, melynek egyik alapvető módszere a modellezés. Ezt a módszert pedig alkalmazni lehet a megismerés legkülönbözőbb szakaszain egymástól lényegesen eltérő feladatok, funkciók alkalmazására.

Ismertebb fizika – modellek

Atommodellek:

Az ókori görög atomisták – Leukipposz, Démokritosz ... – megalkották az atomok, valamint mozgásuk és egyesülésük modelljét.

Thomson-féle atommodell.

Rutherford-féle atommodell.

Bohr-féle atommodell.

A gázok korpuszkuláris modellje.

A molekuláris hőmozgás modellje.

Anyagszerkezeti modell.

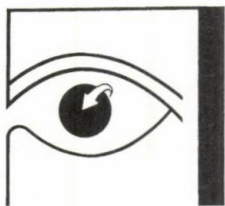
Golyómodell.

Mikroelektronikai modell.

Játékmodell.

Az ózonlyuk betömésének modellje.

Anyagi pont-, merev test-, összenyomhatatlan folyadék, és elektron hullámmmodellje.



NET-LESEN

Fizikai Nobel-díj az anyag új állapotának előállításáért

Az idei fizikai Nobel-díjat Eric A. Cornell, Wolfgang Ketterle és Carl E. Wieman amerikai tudósok kapták a Bose-Einstein kondenzátum előállításáért.



Eric A. Cornell (balra)
és Carl E. Wieman

A Bose-Einstein kondenzátum az anyagnak egy különleges állapota. Létrehozásához az atomok egy csoportját folyékony hidrogénes, majd lézeres hűtéssel az abszolút nulla fok közelébe hűtik le (néhány milliárdod fokra meg-

közelítik, mivel elérni lehetetlen). Ennek következtében igen nagyszámú atom kerül azonos kvantumállapotba, s ez „szuperhidegre” hűtött atomok egységesen viselkedő csoportját hozza létre.

A Bose-Einstein kondenzátumot, létezésének elméleti lehetőségét 1924-25-ben mutatta ki Albert Einstein és Satyendra Nath Bose. Hetven év elteltével, 1995-ben sikerült létrehozni az anyagot: Cornell és Wieman mintegy 2000 rubídiumatomból álló tiszta kondenzátumot állított elő, amelynek hőmérséklete mindössze 20 nK (nanokelvin) volt, azaz csak 0,00000002 fokkal volt „melegebb” az abszolút nulla foknál.

Cornell és Wieman eredményeitől függetlenül Ketterle ugyanezt valósította meg nátrium-atomokkal. Az általa előállított kondenzátumok több atomot tartalmaztak, így további jelenségek vizsgálatára is alkalmasak voltak.

Egy ilyen „szuperatom” igen hatékonyan lassítja a fényt, mivel óriási a törésmutatója. A fény normális esetben nem tudna áthatolni egy ilyen anyagon, de lézeres megvilágítással részlegesen átlátszóvá tehető – pontosabban lehetőség nyílik arra, hogy emiatt egy másik, meghatározott tulajdonságú lézersugár keresztülhatoljon rajta.

Az utóbbi években nagy visszhangot kapott a „fény megállításának elérése” a Bose-Einstein kondenzátumban. A kísérlet során két lézersugárral világították meg a kondenzátumot, majd az anyagot részlegesen átlátszóvá tévő nyalábot hirtelen kikapcsolták, amikor a másik éppen áthatolt az anyagon. Az eredmény: a kondenzátumban haladó fény teljesen leállt. Amikor ismét bekapcsolták a másik lézert, a fény folytatta útját. Bár a jelenség fizikai hátterének pontos magyarázata meghaladja e cikk kereteit, nem arról volt szó, hogy a fény egyszerűen elnyelődött a hideg gázanyagban.

A módszer a jövő számítástechnikájának információátviteli lehetőségét rejti magában. A ma még csak elméletben létező kvantumkomputerek lényegi tulajdonsága, hogy az információkat egyes atomok és részecskék különböző kvantumállapotában tárolják. Ilyen részecskék lehetnek például a lézersugár fotonjai, amelynek haladási sebességét most már szélsőséges mértékben is befolyásolni lehet. A fény lelassításának sok gyakorlati felhasználása lehet, például a telekommunikációban, a jelfeldolgozásban, a televíziók képalkotásában és a sötétben látó készülékekben.

Az asztrofizikus, Simpsonék és a tudomány jövője

Indiában, Bombayben tartott előadást a világ egyik legnagyobb gondolkodójának tartott Stephen Hawking asztrofizikus. Összeállításunkban egyik korábbi előadását részletesen is megismerhetik Radnai Zoltán cambridge-i diák színes és érdekfeszítő előadásában.



A nyilvános órát azzal kezdte a mozogni is alig tudó asztrofizikus, hogy levetítette a Simpson-család című rajzfilmsorozat azon epizódját, amelyben ő maga is szerepel.

Stephen Hawking, akinek többek között az időről, az univerzumból vannak sokak által vitatott, de zseniális elképzelései, a mozgatóidegek sorvadása miatt hosszú ideje tolokocsiba kényszerült. 1985-ben egy betegség következtében gégemetszést hajtottak végre rajta, de így sem tett le arról, hogy előadásokat tartson. Jelenleg egy hangszintetizátorral kombinált személyi számítógép segítségével kommunikál.

Stephen Hawking előadása a Cambridge Egyetemen

*Radnai Zoltán cambridge-i diák
élménybeszámolója*

1998. október 15-én este a cambridge-i Egyetem Fizika Társulatának tagjai lázban égtek, miközben a nagy eseményre várakoztak. Prof. Stephen Hawking, a híres kozmológus később előadást tartani este 8 órakor. A kíváncsi

közönség már jóval az előadás kezdete előtt sorban állva várakozott kint, az épület előtt. Néhány szerencsétlenebb ember, aki már nem jutott jegyhez, föl-alá téblábolt azzal a reménnyel, hogy esetleg nem mindenki jön el. A jegyek ugyanis iszonyatosan hamar elkeltek miután az előadást meghírdették, hiszen prof. Hawking híres személy, és nagyon ritkán ad előadásokat. 8 óra előtt valamivel már óriási volt az izgatott tömeg mérete. Egy alkalommal mint ha egy csoport embert lattam volna elcapatni a hátsó bejárat felé, miközben valaki mintha egy tolószékekben suhant volna köztük. Vajon prof. Hawkingot láttam volna életemben először élőben?

Az előadóterem tele volt. Órákon át özönlöttek befelé a kíváncsi hallgatók. No persze ez csak óráknak tűnt, mivel én magam is izgatottan vártam az előadás kezdetét. Végre-valahára minden hely betelt, a terem elcsendesedett, és a Fizika Társulat ifjú elnöke (aki maga is megilletődöttnek látszott) elmondta megnyitó beszédet. A részletek a szokásosak voltak: mennyire meg vagyunk tiszteltetve, hogy prof. Hawking ma este velünk lehet és a többi. És ekkor végre begördült lassan, de biztosan maga prof. Hawking, tapsvihar közepette. Elegáns szürke zakójában igazán jól festett, tolószék és egyebek ellenére. Általános vidámságot keltett első mondata: „Can you hear me?” – „Hallotok engem?” Majd ezzel kezdetét vette egy roppant érdekes előadás.

Eleinte szokatlan volt, hogy néhány másodpercnyi (néha tizedes másodpercnyi) szüneteket tartott prof. Hawking minden mondata között, hiszen ennél gyorsabban képtelen lenne beszélni; ám mint kiderült, ezek a szünetek inkább hatásosak voltak, mint zavaróak, hiszen ez alatt volt időm, hogy megemésztsem az elhangzottakat, illetve megszemléljem a vetítőn levő képet vagy prof. Hawkingot magát. Mint kiderült, prof. Hawking roppant szellemes és vidám személy, a közönség a komoly fizikai tartalom ellenére gyakran tört ki nevetésben. Az előadás

egyszerű, de jól szerkesztett és könnyen érthető, tehát hasznos ábrákkal volt dúsítva. Általános vidámságot keltett az ábrák gyerekes, rajzfilmszerű jellege, ám azok annál hatásosabbak voltak. Végül is prof. Hawking maga nem nagyon képes ábrák szerkesztésére, mint később kiderült, és elég nehéz lenne egy komplikáltabb ábrát másnak elmagyarázva megszerkeszteni. Most pedig következék az előadás összefoglalója.

Jósoljuk meg a jövőt – az asztrológiától a kozmológiáig

Prof. Stephen Hawking előadása

Az asztrológia egy olyan „tudományág”, amely a jövő titkait hivatott fűrkészni. Elég nagy népszerűségnek örvendett a középkorban, ám manapság már eléggé elképzelhetetlen, hogy a bolygók mozgása a háttércsillagok előtt, amely csak látszólagos, és csak a Földről észlelhető, bármilyen hatással is lehetne az életünkre. Ám a probléma nem az asztrológia által tett jóslatok hihetőségével kapcsolatban van, hanem azzal kapcsolatban, hogy az asztrológia nem tesz olyan jóslatokat, illetve kijelentéseket, amelyek tudományos kísérlettel ellenőrizhetőek, és ezáltal megcáfolhatóak. (Mondhatni, nagyszerű módon hárítják a támadást). Magazinokban és más helyeken gyakran lehet asztrológusok jóslatait olvasni, ám ezek mind túl általánosak és mindig igazak, így aztán a tudomány nem tud vele mit kezdeni. Éppen ezért nem arról van szó, hogy az asztrológiát tudománytalansága miatt el kellene vetni, inkább arról van szó, hogy nem konzisztens a mai tudományos nézetekkel, törvényekkel, és nem ellenőrizhető le azok alapján.

A maga módján a tudomány is megpróbálkozik az időjóslassal, vagyis a jövő (és a múlt!) titkainak a fűrkészésével. A tudományos jövőbelátás alapjait Laplace fogalmazta meg, aki szerint amennyiben ismerjük egy részecske jelenlegi helyzetét és sebességét, akkor a tudomány törvényszerűségei alapján a részecske

helyzete és sebessége pontosan kiszámítható és megadható a jövő, illetve a múlt bármelyik pontján. Ez a fajta determinizmus nagyon sokáig kísérte a tudományt, és roppant népszerűségnek örvendett, hisz a mindennapi élet megfigyeléseivel egybevág. Sajnos azonban két korlátja is van ennek az elméleti determinizmusnak. Az egyik a gyakorlati alkalmazás; egy vagy két részecskével kapcsolatos számítások még elvégezhetőek, ám már három részecske esetén is olyan bonyolultak lesznek a fizikai/matematikai képletek, hogy szinte lehetetlen a problémák megoldása, így az időjósolás. Így hát bár elméletben egy részecske jövője megjósolható lenne, gyakorlatban a tudomány nem tudja megjósolni, hogy az Ön következő cselekedete mi lesz, hiszen az Ön agya millió és millió részecskét tartalmaz.

A másik korlátja a determinizmusnak a kvantummechanika, illetve a Heisenberg-féle határozatlansági elv. E szerint az elv szerint soha nem lehet elég pontosan meghatározni egy részecske helyzetét és sebességét egyszerre. Ha a helyzetet határozzuk meg nagy pontossággal, akkor a sebességet lehet csak nagyjából meghatározni, és fordítva. Ezért a fizikusok a részecskék állapotát egy hullámfüggvénnyel írják le. Ez azt ábrázolja, hogy mekkora a valószínűsége annak, hogy a részecske éppen egy adott helyen van. Ennek a függvénynek az alakja meghatározza, hogy vagy a helyzetét, vagy a sebességét ismerjük pontosan a részecskének. Ugyan a határozatlansági elv Laplace elvét megdönti, és ezáltal megszűnik a Laplace-féle determinizmus, de a kvantummechanika korlátai között akkor is beszélhetünk determinizmusról. Ugyanis a részecske állapotát leíró hullámfüggvény jövőbeli, illetve múltbeli alakjai egy nagyon egyszerű képlettel kiszámíthatók, feltéve, hogy ismerjük a függvény mostani alakját. A tudósok legnagyobb öröme tehát a világ mégiscsak determinisztikusnak tűnik, még ha a kvantummechanikai korlátokon belül is.

Vannak ám további problémák. Ehhez meg kell értenünk, hogy hogyan működik a tér és az

idő. Nagyon sokáig a tudósok úgy gondolták, hogy az idő egyenletesen, simán halad előre, a végtelen múltból a végtelen jövő felé, a 3 dimenziós tértől függetlenül, amelyben mi élünk. Ha ez így lenne, akkor a hullámfüggvény különböző alakjai bármely időpontban megjósolhatók lennének. Ám ahogyan Einstein relativitáselmélete megmutatta, tér és idő nem különálló fogalmak, hanem együtt úgynevezett téridőt alkotnak. Ezt a téridőt pedig tömeggel rendelkező testek elgörbítik. Ezt például nagyszerűen lehet illusztrálni a Nap segítségével. A Nap a tömege révén meggörbíti maga körül a téridőt, így a mellette elhaladó fénysugarak útja elhajlik. Ez kísérletileg is megfigyelhető, ugyanis amikor távoli kvazárok előtt halad el a Nap, azok látszólagos helyzete kissé elmozdul. Ez annak köszönhető, hogy a kvazártól hozzánk érkező fénysugarat a Nap elgörbíti.

Most képzeljünk el egy feldobott labdát. A labda először lassulni kezd, egy pillanatra megállni látszik, majd visszahullik a Földre a gravitáció hatására. Amennyiben azonban a labdát elég nagy sebességgel dobjuk föl, az soha nem fog visszatérni a Földre, hanem végleg elhagyja azt; ezt hívjuk a szökési sebességnek. Ez a szökési sebesség bolygónként, csillagonként változó, és az objektum tömegétől függ.

Már 1875-ben, még jóval Einstein előtt a Londoni Királyi Társaság tagjai levelezést folytattak egy „sötét csillagnak” nevezett elméleti objektumról, amit manapság fekete lyuknak neveznénk. A levelezés szerint feltételezték, hogy elképzelhető olyan objektum, amelynek olyan erős gravitációs tere van, hogy még a fény sebessége sem elég a szökési sebesség eléréséhez. Feltételezték, hogy egy ilyen objektum teljesen sötét lenne, hisz semmilyen fényt nem tudna kibocsátani magából. A fekete lyukakat Einstein relativitáselmélete is megjósolja. Egy Swarzschild nevű úr volt az, aki először adott Einstein egyenleteire egy olyan megoldást, amely egy ilyen fekete lyukat írta le. Ezt azonban maga Einstein sem hitte el, és hülyeségnek nevezte. A többi fizikus is elég nehezen és lassan fogadta el a fekete lyukak létezésének a tényét, és

mindmáig csak közvetett bizonyítékaink vannak a létezésükre.

A fekete lyukaknak ugyanis alapvető következményei vannak a világ determinisztikus volta nézve. Mivel egy fekete lyukat a fény sem hagyhatja el, ezért semmilyen információ nem juthat ki egy fekete lyuk belsejéből, hiszen az információ sem közlekedhet a féynél sebesebben. Most képzeljünk el egy olyan részecskét, amely nagyon közel helyezkedik el egy fekete lyuk felszínéhez. Ennek a részecskének a pontos helyzetét nem lehetne tudni, és a részecske állapotát leíró hullámfüggvény egy része a fekete lyukon belül helyezkedne el. Ezt a részét a függvénynek pedig képtelenség lenne megismerni, hiszen a fekete lyukból nem juthat ki információ. Ez elvileg még nem nagy probléma, hiszen a függvény fekete lyukon kívüli része továbbgörgethető lenne időben, hogy a fekete lyukon kívüli eseményeket megjósoljuk. Ám mi a helyzet a múlttal? Mivel a fekete lyukon belüli részét a függvénynek nem ismerhetjük, a részecske múltbéli állapota meghatározhatatlan. Egy fekete lyuk pedig részecskék sokféle kombinációjából létrejöhett, így potenciálisan nagyon sok információt tartalmazhat a múltra nézve, amelyet mi nem ismerhetünk meg.

Tehát nemcsak a jövőt, hanem a múltat is részben homály fedi; vagyis múltbéli tudás vesz el helyrehozhatatlanul. Ezek szerint lehet, hogy egy éve már felfedeztük a Nagy Egyesített Elméletet, csak éppen elvesztettük egy fekete lyukban? További komplikációkat okoz az úgynevezett Hawking-sugárzás. A világűr nem teljesen üres, néha véletlenszerűen részecskepárok születnek, majd rövid idő múlva újraegyesülve megsemmisülnek. Most tételezzük fel, hogy a részecskepár egyik tagja bekerül egy fekete lyukba. Mivel onnan semmiképp nem kerülhet ki, a pár másik tagja elhaladva a másik irányba életben marad, anélkül, hogy megsemmisítenék egymást. Mivel a fekete lyukon kívül részecske a fekete lyuk felől érkezik hozzánk, úgy tűnik, mintha a fekete lyuk sugározna. Ennek a sugárzásnak a hőmérséklete azonban a fekete lyuk méretétől függ. Minél nagyobb egy fekete lyuk

mérete, annál kisebb a sugárzás hőmérséklete. Így egy átlagos fekete lyuk sugárzási hőmérséklete alig haladja meg az abszolút nulla fokot. Sajnos ezt a sugárzást az Univerzum háttersugárzása elnyomja, így észlelhetetlen. Kisebb lyukakkal már szerencsésebbek lehetünk. Ahogy egy fekete lyuk sugároz, energiát veszít, tehát tömege csökken. Ennek megfelelően sugárzási hőmérséklete nő. Így kisebb fekete lyukak sugárzását észlelhetnénk – elméletben. Csak éppen mindmáig nem sikerült gyakorlatban. Ha valakinek sikerülne ilyen sugárzást észlelnie, prof. Hawking Nobel-díjat kapna.

A Hawking-sugárzás felfedezésének ténye eleinte roppant kisszámú tudóst érdekelt, így mikor prof. Hawking első alkalommal próbálta előadni felfedezéseit, számos nehézségbe ütközött. Ugyanis a tudósok többsége még csak a fekete lyukak létezésében sem hitt, úgyhogy akkor hogyan sugározhatnak?

Ám térjünk vissza a determinizmusra. Ahogy a fekete lyuk sugároz és csökken tömege, egyre kisebb lesz, majd egy idő múlva eléri a nulla tömeget és megsemmisül. Mi történik akkor azzal az információval, amely a fekete lyukban volt tárolva? Örökre elvész? Ennek azonban az a következménye, hogy elveszíténénk esélyünket a jövő megjóslására, illetve arra, hogy determinisztikus Univerzumban éljünk.

Még ehhez képest is van komplikáció. Einstein két másik tudós segítségével egy gondolat kísérletet végzett el. Együtt születő részecskének az a tulajdonsága, hogy ellentétes spinjük van. Az egyik mindenképp lefelé, a másik felfelé spinnel rendelkezik. Hogy mi az a spin, az lényegtelen, a lényeg, hogy amennyiben tehát megmérjük az egyik részecske spinjét, ismerni fogjuk a másik spinjét is. Most térjünk vissza a részecskepárra, amelyből az egyik a fekete lyukban elveszett, a másik meg elért hozzánk. Ennek a két részecskének is ellentétes kell hogy legyen a spinje. Úgyhogy ha megmérjük annak a részecskének a spinjét, amely hozzánk elért, tudnunk kéne annak a spinjét is, amely a fekete lyukban van. Tehát információt szereztünk a fekete lyuk belsejéből, ami pedig lehetetlen,

hiszen semmi sem mehet gyorsabban a fénynél, információ sem, így nem hagyhatja el a fekete lyukat.

Így ez vagy azt jelentené, hogy arról a részecskéről sem tudnánk információt szerezni, amely elért hozzánk, vagy pedig azt, hogy információ mégis kijut valahogy a fekete lyukból. Az első esetben a determinizmusnak végképp lőttek, hiszen ha a jelenben nem tudunk információt szerezni egy részecske állapotáról még egy hullámfüggvény formájában sem, akkor a jövőt sem lehet megjósolni. A kozmológusok többsége éppen ezért a második lehetőség iránt van roppant bizalommal, és pedig hogy információ ki tudna jutni egy fekete lyukból. Legújabb elméletek szerint (tavalyi) létezik néhány „p-brane”-nek nevezett képződmény. Ezek a három dimenzió kívüli magasabb dimenzióból érkezett lepedőszerű képződmények, amelyek felszínén hullámok futkosnak. Ezek a hullámok pedig információt hordoznak magukkal. Amikor egy részecske beleütközik egy ilyen „p-brane” lepedőbe, akkor megsemmisül, és két hullámot hoz létre, amely a részecske által hordozott információt képviseli. Amennyiben pedig két hullám ütközik, akkor azok megsemmisülve egy részecskét hozhatnak létre, amely aztán a hullámok által képviselt információt hordozna magában. A „p-brane”-ek a mi megszokott 3 dimenziókon kívülről valók, így szabadon járhatnak-kelhetnek a fekete lyukak belseje és külseje között. Néhány fizikus megmutatta, hogy bizonyos speciális fekete lyukak esetén, amelyek megadott hőmérséklettel, mágneses és elektromos térrel rendelkeznek, a „p-brane”-ek információt szállíthatnak a fekete lyukon belülről kívültre. Ezzel megoldódna a két részecske problémája, hisz a fekete lyukba bekerülő részecske információját átadva egy „p-brane”-nek az információ kikerülhet a lyukból. Sőt, esetleg az is lehet, hogy egy fekete lyukból az összes benne lévő információ kinyerhető, így az nem semmisülne meg, amikor a fekete lyuk megsemmisül. Ezzel pedig a determinizmus meg lenne mentve; éppen ezért ezek az elméletek roppant népszerűségnek örvendenek.

Elkészült az első fényérzékeny műanyag mágnes

Amerikai kutatók fényérzékeny műanyag mágnest hoztak létre, mely egy nap forradalmasíthatja a számítógépes adatrögzítést.

Olcsó, rugalmas elektronikai eszközök, jobb számítógépes adattároló rendszerek: ilyen és ehhez hasonló kilátásokkal kecsegtet a világ első fényérzékeny műanyag mágnes, melyet az Ohio State University kutatói fejlesztettek ki.

A Utah-i Egyetem munkatársaival együttműködésben olyan mágnest hoztak létre, amely kék fény hatására másfélszer mágnesesebb lesz, míg a zöld fény éppenséggel csökkenti mágnes erejét.

Bár a gyakorlati alkalmazásokra minden bizonnyal még éveket kell várni, az új technológiától a szakemberek olyan magneto-optikai rendszer kialakítását várják, amely számítógépek új generációinak lehet az alapja.

Más kutatóknak korábban már sikerült műanyag mágneseket kifejleszteniük, és fényérzékeny mágnesek is léteznek már, ám ez az első anyag, amely a két tulajdonságot egyszerre hordozza – nyilatkozta Arthur J. Epstein, a fizika és a kémia professzora, az az Ohioi Egyetem Anyagkutató Intézetének igazgatója.

A korábbi hasonló anyagok tulajdonságai ráadásul csak jóval alacsonyabb hőmérsékleten érvényesülnek.

Az új mágnes már 75 Kelvin-, azaz mintegy mínusz 200 Celsius-fokon is működőképes. Ez a hőmérséklet megközelíti a kereskedelmi alkalmazásokhoz szükséges hőfokot, így fontos első lépést jelent a jövő fény-alapú elektronikája irányába – nyilatkozta a professzor.

A kutatók a Physical Review Letters legfrissebb számában számolnak be 25 éves kutatómunkájuk eredményeiről.

„Miután bebizonyítottuk, hogy lehetséges fénnel szabályozható mágnest létrehozni szerves műanyagból, az a dolgunk, hogy szerves kémiai ismereteink segítségével továbbfejlesztjük tulajdonságait. Egy nap talán elérjük, hogy

szobahőmérsékleten is működjön” – jelentette ki Epstein.

A műanyag mágnes anyaga egy tetracianoetilénből és mangánionokból álló polimer. Epstein és kollégái vékony filmréteget alakítottak ki a Mn-TCNE porból. Miután az anyagot hat órán keresztül kék fénnyalábbal sugározták, mágneses energiája az eredeti szint 150 százalékára emelkedett, amit aztán a sötétben is megtartott.

A zöld lézerefény viszont a normális szint 60 százalékára csökkentette az anyag mágnesességét.

A jelenség magyarázata a kutatók szerint az, hogy a fény hullámhossza hatással van a mágnes molekuláinak alakjára.

„Amint az anyag egyik molekulája alakot vált, megváltozik mágnesessége, és így a környező molekulákat is változásra készíti” – magyarázza Epstein.

Világszerte folyik a fényen és mágnesességen alapuló számítógépes adattároló rendszerek kutatása. A hasonló magneto-optikai rendszerek elméletileg sokkal gyorsabbak és megbízhatóbbak lennének a hagyományos elektronikai megoldásoknál.

A fényérzékeny mágnes várhatóan a hasonló rendszerek kulcseleme lesz, amennyiben lehetővé teszi az adatok fénnel szabályozott mágneses rögzítését és törlését.

Az új mágnes 75 Kelvin-fokos működési hőmérséklete azzal kecsegtet, hogy egy nap akár folyékony nitrogénnel töltött berendezésekbe is üzemelhet majd. Egy liter folyékony nitrogén előállítási költsége az amerikai piacon nem haladja meg egy liter tej árát.

A hasonló alkalmazásoktól mindenesetre még évekre vagyunk. „Jó lenne magasabb fokon is látni a mágnes működését, mielőtt komolyan fontolóra vesszük a kereskedelmi alkalmazásokat” – fogalmazott Epstein.

Munkatársaival jelenleg a mágnes tulajdonságait az anyag kémiai összetételének változtatásával próbálják javítani.

A TERMÉSZETRŐL TIZENÉVESEKNEK

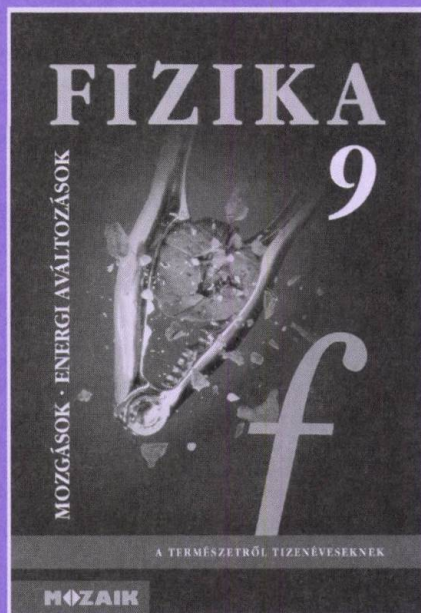
A NÉPSZERŰ SOROZAT 2001-TŐL MÁR A KERETTANTERV SZERINT

Megjelentek a tankönyvcsalád
5. és 9. osztályos *kerettantervi* kötetei:
a Természetismeret 5., Földrajz 9., Fizika 9.,
Kémia 9. és a Biológia 9. tankönyvek.

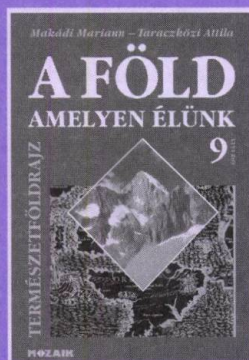
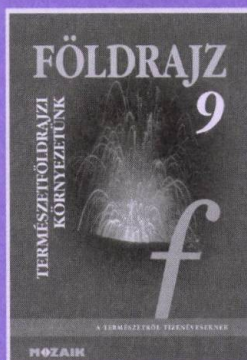
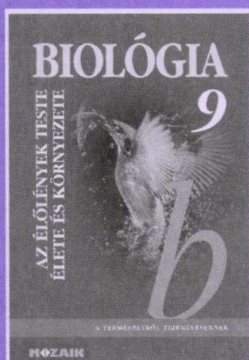
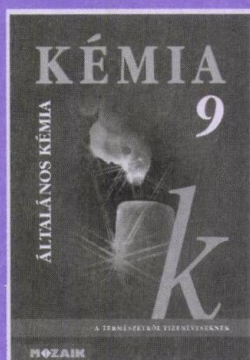
A 10. osztályos könyvek 2002 tavaszára,
a hatodikosok pedig a következő tanévre
készülnek el. A sorozat további tagjait
a kerettanterv bevezetésével
párhuzamosan dolgozzuk át.

A tankönyvekhez *munkafüzetek*
és *tudásszintmérő feladatlapok* kapcsolódnak.

A kerettantervhez igazodó 9. osztályos
könyvek 2001-ben elnyerték
a Húndidac Oktatási, oktatástechnikai és
Képzési Kiállítás *Arany Díját*.



KERETTANTERVHEZ IGAZODÓ 9. OSZTÁLYOS KÖTETEK



MOZAIK KIADÓ

Levélcím: 6701 Szeged, Pf. 301.

Telefon: (62) 470-101, Fax: (62) 554-666

E-mail: kiado@mozaik.info.hu

MOZAIK KÖNYVESBOLT

1082 Budapest, VIII. Üllői út 70., Tel.: 31-42-612

www.mozaik.info.hu

MOZAIK
www.mozaik.info.hu

Mit kell tennünk
a fizikaoktatás jövőjéért?

(Dr. Halász Tibor)

Töltésmérő és tartozékai
I. rész

(Simon László)

A fizika története II. rész

(Dr. Pintér Ferenc)

Érdekes, hogy...

(Dr. Pintér Ferenc)

X. ÉVFOLYAM 2002

3

A FIZIKA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Bonifert Domonkosné dr.
főiskolai docens

A szerkesztőbizottság:

Dr. Kövesdi Katalin
főiskolai docens

Dr. Molnár Miklós
egyetemi docens

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3/B
Tel.: (62) 470-101,
FAX: (62) 554-666

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió Kft.
Felelős kiadó: Török Zoltán
Tördelőszerkesztő: Forró Lajos
Borítóterv: Deák Ferenc

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió
6701 Szeged, Pf. 301
Éves előfizetési díj: 1100 Ft

A lap megvásárolható a
MOZAIK Könyvesboltokban:
Szeged, Csongrádi sgt. 73.
Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent az Oktatási
Minisztérium támogatásával.

A Fizika Tanításában megjelenő
valamennyi cikket szerzői jog
védi. Másolásuk bármilyen
formában kizárólag a kiadó
előzetes írásbeli engedélyével
történhet.

ISSN 1216-6634

Készült

az Innovariant Kft.-ben, Szegeden
Felelős vezető: Drágán György

TARTALOM

Köszöntjük Marx György professzort

75. születésnapján

Dr. Szabó Árpád főiskolai tanár –

Dr. Hadházy Tibor főiskolai tanár,

Nyíregyházi Tanárképző Főiskola

Mit kell tennünk a fizikaoktatás jövőjéért?

Dr. Halász Tibor főiskolai docens, SZTE JGYTFK

Töltésmérő és tartozékai I.

Simon László tanár, Túrkeve, Ványai A. Gimnázium

Frank verseny

Dr. Kövesdi Katalin főiskolai docens, SZTE JGYTFK

A fizika története II. rész

Dr. Pintér Ferenc főiskolai tanár, SZTE JGYTFK

Érdekes, hogy...

Dr. Pintér Ferenc főiskolai tanár, SZTE JGYTFK

ERICSSON-DÍJ 2002

Felhívás díjazandó tanárok ajánlására

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve (két példányban), floppy lemezen vagy e-mailen (katilla@mozaik.info.hu) küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 8-10 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés). A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézetek név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalom alfabetikus sorrendben készüljön. Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.



FÓKUSZ



Szabó Árpád – Hadházy Tibor

Köszöntjük Marx György professzort 75. születésnapján

Marx György elméleti fizikus, egyetemi tanár, az MTA tagja. A magyar tudományos élet meghatározó egyénisége. Kiemelkedő, nemzetközileg is elismert tudományos eredményeket ért el a részecske- és az asztrofizika, a relativitáselmélet területén.

Marx György 1927. május 5-én született. A ritka tehetséggel és vasakarattal megáldott ifjú, egyetemi tanulmányait 1945-ben kezdte el a Pázmány Péter Tudományegyetemen. Kivételes képességei korán megmutatkoztak. Már egyetemi hallgató korában elkezdte önálló tudományos munkásságát. A matematika-fizika szakos tanári oklevelet 1950-ben kapta meg, néhány hónappal azután, hogy az általános relativitáselmélettel foglalkozó dolgozata alapján elnyerte a doktori fokozatot.

Oktatói pályafutását 1950-ben tanársegédként kezdte, 1961-től egyetemi tanárként, két évtizeden át folytatta az Eötvös Lóránd Tudományegyetem Elméleti Fizikai Tanszékén. 1970-től, 22 éven át volt az Atomfizikai Tanszék tanszékvezető professzora, jelenleg is ezen a tanszéken oktat és kutat, mint emeritus professzor.

Marx György akkor született, amikor a relativitáselmélet és a kvantumfizika létrejött, a ré-

szecskefizika pedig akkor volt születőben, amikor egyetemre járt. Az 1940-es évek végén az anyag addigi építőköveinek vélt részecskéket kezdtek el tanulmányozni. Egyetemi hallgatóként diáktársaival, tanáraival, professzoraival leggyakrabban ő is az elemi részecskék fizikájának problémaköréről beszélgetett, az e területen felvetődő kérdésekre kereste a választ.



Már egész fiatalon igazi nagy tudóshoz méltó feladatokra vállalkozott, s egyaránt maradandót alkotott a részecskefizika, az atomfizika és a relativitás területén. Itt csupán két tudományos felfedezését emeljük ki: felfedezte a leptontöltésmegmaradásának törvényét (1952), felismerte a neutrínók kozmológiai jelentőségét (1960). Mindig a természet alapkérdéseire kereste a választ. A közelmúltban azzal a kérdéssel is foglalkozott, hogy milyen viszonyok uralkodtak az univerzumban jó tízmilliárd esztendővel ezelőtt, és azok a viszonyok hogyan hozták létre, hogyan alakították ki világunkat olyanra, amilyenek ma tapasztaljuk. Vallja, hogy a múlt magában rejti a jelen és a jövő megértésének kulcsát. De foglalkoztatja az a kérdés is, hogy milyen feltételei vannak egy idegen, a Földtől távoli civilizáció esetleges létezésének, s milyen módon léphetünk egy ilyen civilizációval kapcsolatba.

Tudományszervező tevékenysége messze az ötvenes évek elejére nyúlik vissza, amikor fiatalon az első magyar Fizikus Vándorgyűlés egyik főszervezője volt. Harminc évvel ezelőtt kezdeményezte a Nemzetközi Neutrínó Konferenciák azóta is folyamatosan megrendezett sorozatát. Számos sikeres nemzetközi konferenciát rendezett hazánkban és külföldön. A „csütörtöki szemináriumok”, amelyen neves hazai, gyakran külföldi előadók működtek közre méltó utóda a korábbi Eötvös-, majd Ortvy-szemináriumoknak. Az évenkénti Középiskolai Fizikatanári Ankét majd az Általános Iskolai Tanári Ankét beindítása is az ő tevékenységét dicséri.

Kevés embernek adatott meg, hogy egyformán nagyot alkosson a tudományos kutatásban, az oktatásban és tudományos ismeretterjesztésben, a kultúra formálásában. Olyan tudós-tanár Ő, aki a fizikaoktatást művészi fokra nemesítette, aki a kutatással egyenértékű fel-

adatnak tekinti az oktatást és a szakmai utánpótlás nevelését.

Lenyűgöző előadásait mindig valamilyen kiemelkedő gondolat köré csoportosítja. Legenda – ékes magyar nyelven interpretált – előadásait a Fizikus Vándorgyűlések, a Fizikatanári Ankétok, a nevével fémjelzett Fizikatanári Őszi Egyetemek résztvevői is élénken őrzik emlékezetükben.

Marx Györgyöt személyesen jóbarátként ismerik a magyar fizikusok, a magyar fizikatanárok. Ő nem a „magasból” figyeli a fizikatanítást, hanem mindig részese a fizika tanításával kapcsolatos eseményeknek. A rendezvényeken nem csak egy előadó, hanem közvetlen kollégaként résztvevő is. Együtt tanul, együtt vitatkozik a tanárokkal. Bárki, bármikor fordulhat hozzá kérdéseivel, javaslatával, véleményével.

Az iskolai fizika tanítása mellett figyelemmel kíséri napjaink olyan problémait is, amelyek a természettudományos neveléshez kapcsolódnak. Például hatékonyan érvel a környezetvédelem problémáinak megoldása mellett. A Földet érő globális hatások okairól, és kezelésük lehetséges módozatairól a fizikusi gondolkodásmód tárgyilagosságával tájékoztatja a tudomány, a környezetvédelem iránt érdeklődő közvéleményt. Az a meggyőződése, hogy a tudomány nemcsak a tudósok belügye, hanem a társadalomé is.

Intellektuális érdeklődése messze túl nyúlik a fizikán. Több mint 30 könyvet írt, közülük többet idegen nyelvre (japán, kínai és szinte az összes európai nyelvekre) lefordították.

Több száz népszerűsítő cikke, TV-előadásai, európai, ázsiai, afrikai, amerikai, ausztráliai egyetemeken tartott előadásai nagyban hozzájárultak az igazi természettudományos gondolkodás elterjesztéséhez.

Marx György tudja, hogy a tudomány, a fizika fő sodrásában maradni, újat teremteni, csak akkor lehet, ha minden lehetséges módon igyek-

szünk kialakítani és ápolni a kapcsolatot a külföldi országok tudósaival. Ő minden lehetőséget megragad arra, hogy ápolja, erősítse a különböző országok fizikusaival a tudományos és baráti kapcsolatokat. Baráti és szakmai kapcsolatban állt és áll többek közt Dirac-kal, Feynmannel, T. D. Lee-vel, Mösbauerrel, Weisskopf-fal, Tellerrel, Wignerrel, Zeldoviccsal és másokkal.

Külföldi tudományos elismerései igen jelentősek. Elnöke volt az Európai Fizikai Társulat Részecskefizikai Bizottságának, elnöke a GIREP-nek, alelnöke volt a Nemzetközi Asztro-nautikai Szövetségnek, alelnöke az LUPP Fizika-tanítási Bizottságának, tagja a nemzetközi Csillagászati Uniónak.

A méltán megérdemelt hazai és külföldi kitüntetések sem maradtak el. Tagja a Magyar Tudományos Akadémiának és az Európai Akadémiának. Tiszteletbeli professzora a Bécsi Egyetemnek; a pozsonyi Comenius Egyetem a Nagy Comenius Aranyéremmel tüntette ki. A The Institute of Physics (Anglia) tiszteletbeli tagja, az APS első magyar tagja. Ezen kívül számos külföldi meghívás, UNESCO, IAEA és Világbank-szakértői megbízás fémjelzi nemzetközi elismerését.

Hazai kitüntetései is igazolják sokrétű, sikeres tudományos tevékenységének elismertségét: Kossuth-díj, Apáczai Csere János-díj, Bugát Pál-díj, Szent-Györgyi Albert-díj, Osztrovszki György-díj, Szilárd Leó-díj. Továbbá Eötvös-érem, az Eötvös Egyetem ezüstérme, a Munka Érdemrend arany fokozata. Megkapta a Magyar Köztársasági Érdemrend középkeresztje kitüntetését is.

Az 1999-es Szilárd Leó Professzori Ösztöndíj átvételekor Marx György akadémikus így nyilatkozott: „Meghatottan köszönöm a Szilárd Leó nevét viselő díjat. Ennél szebb, szívet melengetőbb elismerést munkámért még nem kaptam”.

Évtizedekkel ezelőtt kezdte meg a külföldön élő magyar származású és magyarságukat valló fizikusokkal a kapcsolatfelvételt és folyamatosan

ismerteti meg őket a magyar fizikus társadalommal. Ez irányú munkásságáról több könyvet és cikket írt.

Tevékenysége korszakalkotó az Eötvös Loránd Fizikai Társulat életében. Volt főtítkára, alelnöke és háromszor elnöke. 1957-ben választották meg a Fizikai Szemle szerkesztőjének, azóta volt szerkesztő, Főszerkesztő, vezető szerkesztő, szerkesztő bizottsági elnök. A Szemleiben megjelent cikkei nemcsak tudományt formáló olvasmányt nyújtanak, hanem sajátos kohéziós erőt is jelentenek a magyar fizikusok, főként a fizikatanárok között, s ennek a jelentősége felbecsülhetetlen.

Több tucat könyvet írt. Kvantumfizika (1957, 1964, 1971), Túl az atomfizikán (1961), Statisztikus mechanika (társszerzőkkel, 1961), Jövőnk az Univerzum (1969), Kimeríthetetlen anyag (1975), Életrevaló atomok (1978), Jövőidőben (1979), Beszélgetés marslakókkal (1992), Szép új világunk (1992), Atommag-Közelben (1996) stb. Tudományos cikkei közül is csak azokból említünk, amelyeket elsősorban a tanártársadalom számára írt: Az Univerzum korai története; Evolúció és a II. főtétel; Tér és idő; Nukleáris történelmünk; A légkör eredete; Milyenek az atomok és mit tanítsunk róluk?; Mit csinál az elektron a molekulában?; Mit tanítsunk fizikából? stb.

Tudományos tevékenységét számszerűen is demonstrálja, hogy a mintegy 250 idegen nyelvű folyóiratcikkére több mint 1000 hivatkozás található a szakirodalomban.

Marx György professzort a fizikusok a fizika fejlődésében tudósként betöltött szerepéért, iskolateremtő egyetemi munkásságáért tisztelik. A tanártársadalom pedig a fizikaoktatás modernizálásáért vívott hazai és nemzetközi törekvéseit értékeli.

Köszöntjük a professzort 75. születésnapja alkalmából. Kívánunk jó egészséget és további sikereket oktató-kutató munkájában.

Dr. Halász Tibor

Mit kell tennünk a fizikaoktatás jövőjéért?

A címben feltett kérdést az teszi indokolttá és időszerűvé, hogy a kerettanterv bevezetése a fizikaoktatás – hosszú, évek óta tartó, lassú leromlással járó – folyamatában ugrásszerű visszaesést hozott létre, elsősorban azért, mert a 6. tanévben megszüntette a természettudományok tanítását megalapozó prefizikális ismeretek biztosítását, és a fizika óraszámát az (5 – 12. tanév átlagában) 36,7 %-kal csökkentette.

Ahhoz, hogy erre a sorsdöntő címbeli kérdésre jól lehessen válaszolni, ismerni kell a fizikaoktatás mai állapotát előidéző okokat, a jelenlegi, valamint a várható helyzetet, és csak ezt követően lehet remény a hatásos terápia különböző változatainak megfogalmazására. Ez az írás egy ilyen gondolatör összeállítására tesz kísérletet.

Az elérendő célként (nagyon helyesen) sokszor hirdetett „**tudásalapú társadalom**” csak úgy valósítható meg, ha mind az egyének, mind a közösségek tudása, képessége, erkölce harmonikusan sokszínű, sokrétű lesz, tehát ha mind a humán, mind a természettudományok ismeretanyaga, szemlélete és gondolkodásmódja egyaránt része annak.

Mivel a **fizika alaptudomány** – hiszen saját fogalmai, törvényei, alapelvei vannak, amit a többi természettudomány átvesz, és erre építve alakítja ki a saját rendszerét –, ezért a fizikaoktatás által biztosított alapok nélkül nemcsak a XXI. század gazdasága, hanem a tudásalapú társadalom legfőbb jellemzői sem valósulhatnak meg torzulás nélkül. A **fizikaoktatás** azonban most, a kerettanterv bevezetésével olyan **nehéz helyzetbe került**, hogy képtelen lesz megfelelő szinten teljesíteni – a tudásalapú társadalom megvalósításához nélkülözhetetlen – sajátos és általános feladatait. Ennek a kialakuló állapotnak okai objektív és szubjektív csoportba oszthatók.

A tanulók gondolat- és érzélemvilágában a **fizikaoktatás presztízsének csökkenését**

elsősorban a következő közismert és hosszú ideje érvényesülő – ezért ma már objektívnek tekinthető – hatások okozták:

- Az elmúlt harminc év egyetemi (és újabban a középiskolai) **felvételi rendszere** arra kényszerítette a fizikatanárokat, hogy (legjobb szándékuk ellenére) vizsgacentrikus, a tananyag mennyiségét és a feladatmegoldásokat túlhangsúlyozó módon tanítsanak, még akkor is, ha ezzel elveszett a fizikatanítás igazi célja, kísérleti jellege és így a szépsége.
- Az érettségi követelményrendszer szerint **Magyarországon a természettudományok teljes mellőzésével is megszerezhető az érettségi bizonyítvány**. A tanulók szemében a reáltantárgyak, és így a fizika is leértékelődött ezzel.
- A gazdaság – a több mint tíz éve tartó átmeneti állapotában – elsősorban **nem a fizika alkalmazni képes tudásán alapuló szakmákat, hivatásokat fizeti meg**. A tanulók szükségesnél nagyobb része ezért nem a fizikával kapcsolatos szakmákra készül, így nem válik érdekeltté a fizika tanulásában.
- A fizika kísérleti tantárgy, de legalább egy évtizede, még az amortizálódott eszközök pótlására is alig van mód, így sok helyen, az alapvető **kísérletek elvégzése is egyre nehezebbé válik**. És így tovább.

Mivel ezeket, és a más hasonló negatív hatásokat mindenki tapasztalja, ezért úgy hiszem, bizonyításukra nincs szükség.

Az előbb említett hatások következményeit felerosítik, és főként – ha változatlan marad a kerettanterv – fel fogják erősíteni szubjektív tényezők is:

- A kerettantervek jelentős részének tartalmát, célrendszerét és főként óraszámait **az elmúlt tíz év és a jelen – tehát nem a jövő**, a tizenöt év múlva várható – egyéni, társadalmi, gazdasági igényeik alapján határozták meg.

- A kerettanterv tartalmi meghatározásánál nem figyeltek eléggé a középiskolák – társadalmi fejlődéssel összhangban levő – expanziójára (eltömegesedésére). Nem vették figyelembe, hogy az érettségivel záró középiskolák feladata ma már nemcsak az értelmiségi utánpótlás ki-nevelése, hanem az átlagpolgár általános műveltségének megalapozását is itt kell befejezni. Ide jár ugyanis, az azonos évben született, gyer-
kekek közel 70 %-a. A tantárgyak egy része mégis tananyag- és vizsgacentrikus maradt.
- A kerettantervben – a 78-as tantervhez viszonyítva, nagyon helyesen – lecsökkent a tanulók heti kötelező óraszám. Ez a csökkenés azonban úgy tűnik, **nem** úgy valósult meg, hogy **az egyes tantárgyak** – kerettanterv szerinti heti kötelező órászámhoz viszonyított – **részesedési arányán finomítottak**, hanem először néhány tantárgy órászámát meghatározták, és a maradékot osztották fel a többi tantárgy között. A kerettantervből kiderül ugyanis, hogy – a heti kötelező órászám csökkentése ellenére – lényegében változatlan maradt, vagy abszolút értelemben még nőtt is néhány humán tantárgy órászáma. Mivel a heti kötelező órászám csökkentése és az egyes tantárgyak órászámának emelése teljes mértékben a természettudományok, az informatika és a művészetek kárára valósult meg, ezért az

ezek feladatával arányos órakeret biztosítására már nem maradt lehetőség. Így ezekről a tantárgyakról csak a maradék elv alapján gondolkodhattak és gondoskodtak.

- A kerettantervek „végleges” formájának elkészítésére biztosított tényleges idő nagyon rövid volt. Így **nem volt** lehetőség az egyes tantárgyi bizottságok munkájának **szakmai és társadalmi ellenőrzésére**, valamint a kerettantervek **összhangolására**. Ez lehet az oka annak, hogy a kerettantervekben **szűk csoportérdek** is érvényesülhetett (pl. természetismeret), néhány esetben pedig **szakmai hibák** és **következetlenségek** is maradtak a részletekben (pl. fizika).

A felsorolt szubjektív okok meglétét és következményét a mellékelt táblázat adatainak elemzésével, valamint néhány közismert gondolat felidézésével könnyű belátni:

- A magyar gazdaság várható fejlődésére jellemző, hogy **növekvő számban igényel olyan szakembereket is, akik tudásának alapját a természettudományos tantárgyak biztosítják**. Amennyiben megvalósul például a mezőgazdaság modernizációjával kapcsolatos terv, a 80-as évek „egy falu egy-két Tsz” helyett a következő évtizedben minden faluban a gazdálkodás különböző formái fognak érvényesülni. A közös és a családi gazdaságokhoz,

A kerettanterv órászámainak összehasonlítása a 78-as tanterv órászámaival

Magyarázat:

- „ÓRA” a tantárgy heti órászámainak összege a jelölt tanévekben
- “%” a tantárgy heti órászámösszegének %-os aránya a jelölt tanévek heti órászámainak összegéből. Pl. a fizikának a kerettanterv szerint az 5 – 8 tanévben 3,5 a heti óráinak összege, ez a 105 órának 3,3 %-a.
- „Δ%” A kerettanterv bevezetésével az összórászámbeli részesedés megváltozása %-ban kifejezve, pl. a fizika órái az 5 – 8 tanévekre vonatkozóan 4,8%-ról 3,3%-ra, tehát 1,5%-kal csökkent. Az 1,5%-os csökkenés a 4,8%-nak 31,2%-a.
- „ΔA” az órászám abszolút változása, százalékban kifejezve, a 78-as tantervhez viszonyítva;
- „ΔR” az órászám relatív változása, százalékban kifejezve, a 78-as tantervhez viszonyított heti kötelező órászám átlagos változását figyelembe véve. Pl. a fizika órászámának relatív változása az 5 – 8 tanévben:

$$\Delta R = \Delta A - (-15,3\%) = -41,7\% - (-15,3\%) = -26,4\%.$$

- Az informatika NAT szerinti órászámát úgy számítottam ki, hogy a heti órázámnak a NAT által javasolt legalacsonyabb %-át vettem.

Tantárgyi csoportok	5–8 Tanév					9–12 Tanév					5–12 Tanév				
	Óra	%;	Δ%	ΔA%	ΔR%	Óra	%;	Δ%	ΔA%	ΔR%	Óra	%;	Δ%	ΔA%	ΔR%
Humán	48;	45,7	+ 2,9	– 12,7	+ 2,6	56;	46,7	+ 21,3	+12	+ 19,7	104;	46,2	+ 11,9	+ 1	+ 12,5
78-as	55;	44,4				50	38,5				105;	41,3			
Ebből:															
Magy. + tört.	24;	22,9	+ 1,3	– 14,3	+ 1	26;	21,7	+17,4	+ 13	+ 20,7	50;	22,2	+ 10,4	– 2	+ 9,4
78-as	28	22,6				23;	17,7				51;	20,1			
Idegen ny.	12;	11,4	+ 17,5	0	+ 15,3	24;	20	+18,3	+ 9,1	+ 16,8	36;	16	+ 19,4	+ 5,9	+ 17,3
78-as	12;	9,7				22;	16,9				34;	13,4			
Ének + rajz	9	8,6	– 18,1	– 30,8	– 15,5	4;	3,3	– 28,3	– 33,3	– 25,6	13;	5,8	– 22,7	– 31,6	– 20,2
78-as	13;	10,5				6;	4,6				19;	7,5			
Reál	21,5;	20,5	– 20,5	– 34,4	– 19,1	19,5	16,2	– 29,9	– 35	– 27,3	41;	18,2	– 25,4	– 33,9	– 22,5
78-as	32;	25,8				30;	23,1				62;	24,4			
Ebből:															
Fizika	3,5;	3,3	– 31,2	– 41,7	– 26,4	6;	5	– 27,5	– 33,3	– 25,6	9,5;	4,2	– 28,8	– 36,7	– 25,3
78-as	6;	4,8				9;	6,9				15;	5,9			
Matematika	13;	12,4	– 14,5	– 27,8	– 12,5	13;	10,8	+ 8	0	+ 7,7	26;	11,6	– 4,9	– 16,1	– 4,7
78-as	18;	14,5				13;	10				31;	12,2			
Informatika	2;	1,9	– 40,6	– 33,3	– 18	2;	1,7	– 10,5	– 20	– 12,3	4;	1,8	– 30,8	– 27,3	– 15,9
NAT	3;	3,2				2,5;	1,9				5,5;	2,6			
Testnevelés	9;	8,6	– 11,3	– 25	– 9,7	8;	6,7	– 13	– 10	– 2,3	17;	7,6	– 12,6	– 22,7	– 11,3
78-as	12;	9,7				10;	7,7				22;	8,7			
Heti kötelező	105			– 15,3		120			– 7,7		225			– 11,4	
78-as	124					130					254				

valamint a kicsi területek intenzív műveléséhez azonban sokkal több felsőfokú végzettségű tulajdonosra, szakemberre lesz szükség, mint a jelenlegi állapothoz. A hazai ipar kis- és középvállalatainak várható fejlődése is növekvő számú mérnököt, technikust feltételez stb. A reális és humán tantárgyaknak tehát a szakmai és a személyiségfejlesztéssel kapcsolatos feladataik arányos lehetőséget kell biztosítani az óraszámok meghatározásában is.

- A kerettantervek szerint mégis, miközben a **humán tantárgyak részesedése** az összóraszámából (az 5 – 12 tanév átlagában) **11,9 %-kal növekedett**, (pedig ezen belül a művészeti tantárgyak részesedése 22,7 %-kal csökkent), a **reáltantárgyak részesedése 25,4%-kal csökkent. A fizika tantárgy „leértékelődése” 28,8%-os, tehát még a reáltantárgyak átlagánál is nagyobb.** „Fontosság” szempontjából így a humán és reáltantárgyak óraszámának változása között, a kerettanterv szerint, **37,3%-os a különbség.** Az óraszámok – nem a jövő igényeinek megfelelő – változtatására jellemző az is, hogy a 6. tanévben a reáltantárgyak részesedése az összóraszámából **53,5%-kal csökkent** és még két olyan tanév van (11. és 12.), ahol ez a csökkentés feltűnően nagy, 37,3%, ill. 46,4%. **Ezek az adatok a változtatás aránytételére utalnak.**

- Azt, hogy néhány humán tantárgy kiemelése után a többi tantárgy óraszámát a maradékéval alapján határozták meg, jól mutatja a következő tény is. Ma már közhelynek számít, hogy a közeljövőben egy idegen nyelv tárgyalóképessége és számítástechnikai ismeretek nélkül nehezen szerezhető meg jól fizetett, biztos munkahely. Az **idegen nyelvek részesedése** az összes óraszámából (az 5 – 12 tanév átlagában) a 78-as tervekhez viszonyítva **19,4%-kal növekedett.** Ezzel szemben az **informatika** (NAT-hoz viszonyítva) minimum **30,8%-kal csökkent.** A „fontosság” szempontjából együtt emlegetett két tantárgy között tehát – a kerettanterv szerint – **50,2 % különbség van** az idegen nyelvek javára.

- Az egyes kerettantervek ellenőrzésére és összehangolására nem jutott idő, mert például a

2000. szeptember 1-jén megjelenő „végleges” változaton 2000 augusztusának első napjaiban – a természettudományokat alapvetően érintő – változtatást rendeltek el. A középiskolai fizikát egy tanévvel lejjebb csúsztatták, ezért – az előzőleg gondosan megvalósított, de a változtatás után nem módosított – **összehangolás, pl. a matematika és fizika között, jelentős mértékben megsérült.**

A természetismeret kerettantervében érvényesülő csoportérdek jól látható abból is, hogy a – csak biológia, földrajz, természetismeret szakosokból összeállított – **szaktárgyi bizottság még az önmaga által megfogalmazott „Célok és feladatok”-ban leírtak egy jelentős részét sem vette figyelembe** a részletek kidolgozásánál. Azt írták például, hogy: „A tantárgy vizsgálódásának középpontjában ezért nem az egyes természettudományok alaptételei, hanem az élő és **élettelen természet** konkrét valósága, a jelenségek, a táj és a környezet áll. **A megismerés ebből következőleg komplex, egészes.**”

Ha az „egészes” szó azt jelenti, hogy az élő és élettelen természet megismerése a maga komplexitásában és nem tantárgyakra lebontva valósítandó meg, akkor, a „Témakörök”-ben miért csak a biológia, illetve a Földünk és környezetünk tantárgyaknak megfelelő tananyagot írtak elő, és azt is miért a két tantárgyat **külön-külön** tükröző egységekre bontva, tehát nem integrálva javasolják feldolgozni (pl. 5. tanév: „Tájékozódás a térképen, térképismeret”; „Az időjárás és az éghajlat elemei”; „A földfelszín változása”; „Környezetünk élővilága”; 6. tanév: „Tájékozódás a térképen és a földgömbön”; „Éghajlat, éghajlati övezetek”; „Magyarország nagytájainak jellegzetességei”; „Hazai tájaink életközösségei”).

Az élettelen természet fizikai előismereteiből – ami eddig a 6. tanévben az összes természettudomány tanítását megalapozta – csak a földrajz igényeinek megfelelően került be néhány címszó az 5. tanévre. Kémiai vonatkozások pedig teljesen hiányoznak. **Szó sincs** tehát **„komplex, egészes”-ségről**, hanem a természetismeretet a biológia és a földrajz tantár-

gyak lineáris rendszerének első részévé tették annak ellenére, hogy a „Célok és feladatok” utolsó mondatában ez olvasható: „Mind a természetismeret tanulása során **elsajátított ismereteknek**, mind a gondolkodási képességeknek **biztonságos alapot kell képezniük** a későbbi természettudományos tantárgyak – a **fizika**, a **kémia**, a **biológia** és **egészségtan**, illetve a **földrajz** – elsajátításához”. Ez a természetismeret azonban nemcsak a fizikát és kémiát, hanem a biológiát és földrajzot sem készíti elő, hiszen tananyagként ezek lineáris rendszerének első részét írja elő.

A fizikán belüli következtetlenségekre néhány példa: Tananyag „...**a nyomást meghatározó paraméterek**”, **„egyszerű feladatok Arkhimédész törvényére”** de sem a sűrűség, sem a nehézségi gyorsulás mennyiségi fogalma nem tananyag. Nem kell tanítani a gázok nyomását zárt térben, de tananyag a „Nyomáskülönbségen alapuló eszközök”. Nem tananyag a lendület fogalma, de tanítani kell a lendület-megmaradás törvényét. Szakmai **tévedés**, pl. az, hogy a **kényszererőket** a 9. tanév gimnáziumi kerettantervében az **erőtörvények** közé sorolják stb.

Az előzőekből egyértelműen következik, hogy a **kerettanterv korrekcióra szorul. Legfontosabb** feladat biztosítani a természettudományokat megalapozó prefizikális ismeretek tanítását a 6. tanévben, és a fizika, de általában a természettudományok, az informatika, valamint a művészeti tantárgyak jövője érdekében újra kell gondolni minden tantárgy tananyagának tartalmi és mennyiségi meghatározását, az óraszámok felosztásának aránytalanságát. Mivel a kerettanterv okozta gond csak a baj egyik forrása, hiba volna azt hinni, hogy ennek kijavításával a fizikaoktatás minden problémája megoldódik. Érdemes – a kerettanterv korrekciója előtt, de azt követően is – elgondolkozni a következőkön.

Ma már – az előzőekben felsorolt okok miatt – csak azok a gyerekek tanulják érdeklődéssel a fizikát, akik **megszerették** azt. Ennek azonban elengedhetetlen feltétele a fizika tanulásával kapcsolatos **sikerélmény**. A formálisan, megértés nélkül megkövetelt tananyag viszont csak a kényszer rossz érzését kiváltó nyűg lehet.

A fizikát megszeretni, fogalmi és gondolati rendszerét megérteni, sikeresen tanítani és tanulni azonban csak **kísérletre alapozva, logikusan felépítve**, a gyakorlati fontosságát bemutatva lehet.

Ha nem akarjuk, hogy ebben a megváltozott helyzetben a tanulók nagy többsége elidegenedjen **a fizika tanulásától**, akkor a fizika tanulását – a döntő többség számára – **teljesíthető feladattá kell tenni**. Ennek érdekében igényünket nem a megszokott múlthoz, hanem a jelenlegi helyzethez kell igazítani. A jogosan vagy tévesen kialakított helyzetből származó **nehézségeket nem szabad a gyerekekre terhelni**.

Az is maximalizmushoz vezethet, ha mindent, amit a tanterv előír, egyformán fontosként akarunk megkövetelni. **Az új értékek szerinti hangsúlyok meghatározásához új rendezőelveket kell kijelölni**.

Mivel jelenleg a tanulóknak csak 4-5%-a készül a fizika tudását igénylő értelmiségi életpályára, és 10-15%-nál nem több a műszaki szakmák iránt érdeklődők száma sem, meg kell szüntetni azt a helyzetet, hogy mindenkit úgy tanítunk, mintha fizikából akarna felvételizni. Az egyének többségének és a társadalom egészének legalább akkora **szüksége van a fizikatanítás személyiség-, készség-, képesség-, tehetségfejlesztő hatására**, mint a szaktudást megalapozó tevékenységére. A fizikatanítás célja, feladata és értéket kijelölő lehetősége szempontjából tehát – tanítványaink meghatározó többsége és a fizikatanítás jövője érdekében – **szemléletváltásra van szükség**.

Tévedés azonban azt hinni, hogy mindez csak súlyos minőségi engedmények árán valósítható meg. Ha feltesszük magunknak azt a kérdést, mik azok a napjainkban nélkülözhetetlen **értékek**, amikhez elsősorban a **fizika tanulása révén juthat hozzá a tanulók többsége**, akkor világossá válik, hogy nem a megszokott fizika „lebutított” változatát kell tanítani. Vagy vállaljuk, hogy a fizika tanításával a többség számára is fontos új célokat és feladatokat **új szemlélettel valósítjuk meg**, vagy elveszítjük tanítványaink érdeklődését és a társadalmi megbecsülésünket.

Simon László

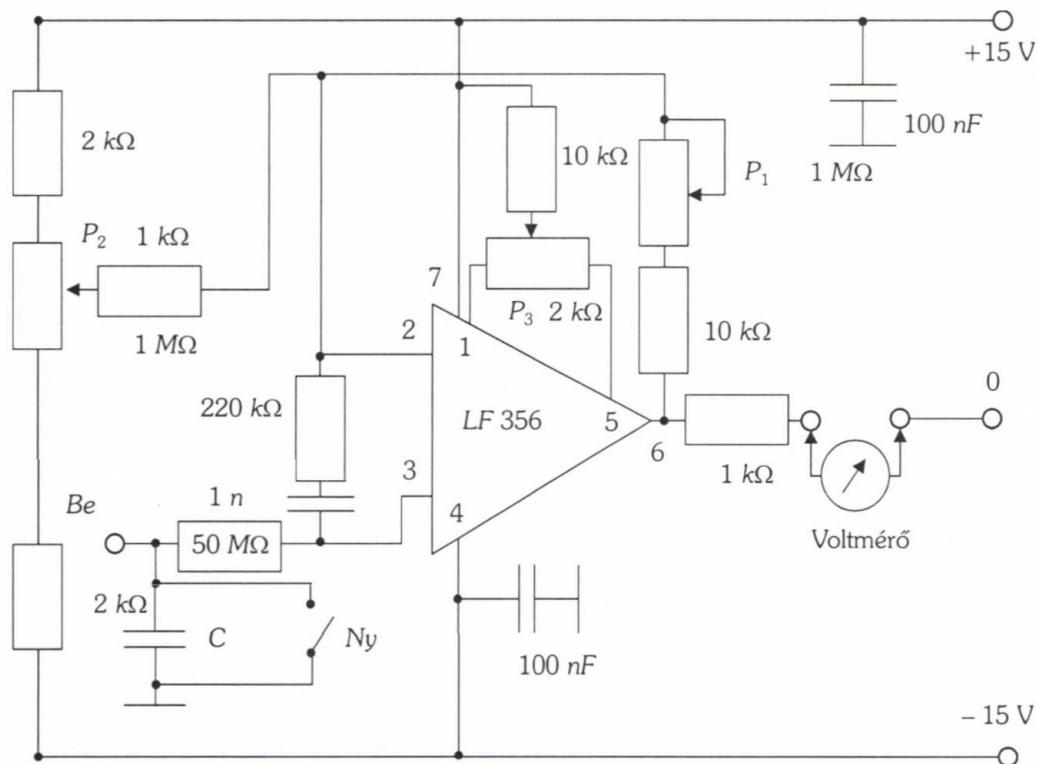
Töltésmérő és tartozékai I.

Az elektrosztatika tanításakor, berendezések és költséges mérőeszközök hiányában kvantitatív mérésekre alig gondolhatunk. A mai elektrotechnika lehetőséget teremt arra, hogy néhány ezer forintból hozzáértő tanítványok segítségével, egy olyan mérőeszközt készítsünk, amely 10^{-7} - 10^{-9} C nagyságrendű töltések és a töltésekkel arányos feszültségek mérésére alkalmas. Cikkemben be szeretném mutatni a töltésmérőt (feszültségmérőt), valamint azokat a segédberendezéseket, amelyek segítségével több mérési feladatot meg

lehet oldani. A mérőkísérletek egy részét a tanítási órán, más részét szakkörön végezhetjük el.

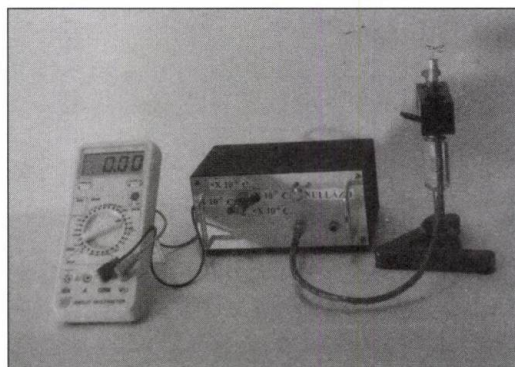
A töltésmérő

A töltésmérőnek amellet, hogy igen kis töltések méréséről van szó, nagy belső ellenállásúnak kell lennie. Erre a célra igen alkalmasak a modern elektrotechnika integrált áramkörökkel megvalósított műveleti erősítői. (Ezeket az áramköröket néhány 100 Ft-ért már be lehet szerezni!) Ezen áramkörök közül az un. *FET* bemenetűeket célszerű választani. Az in-



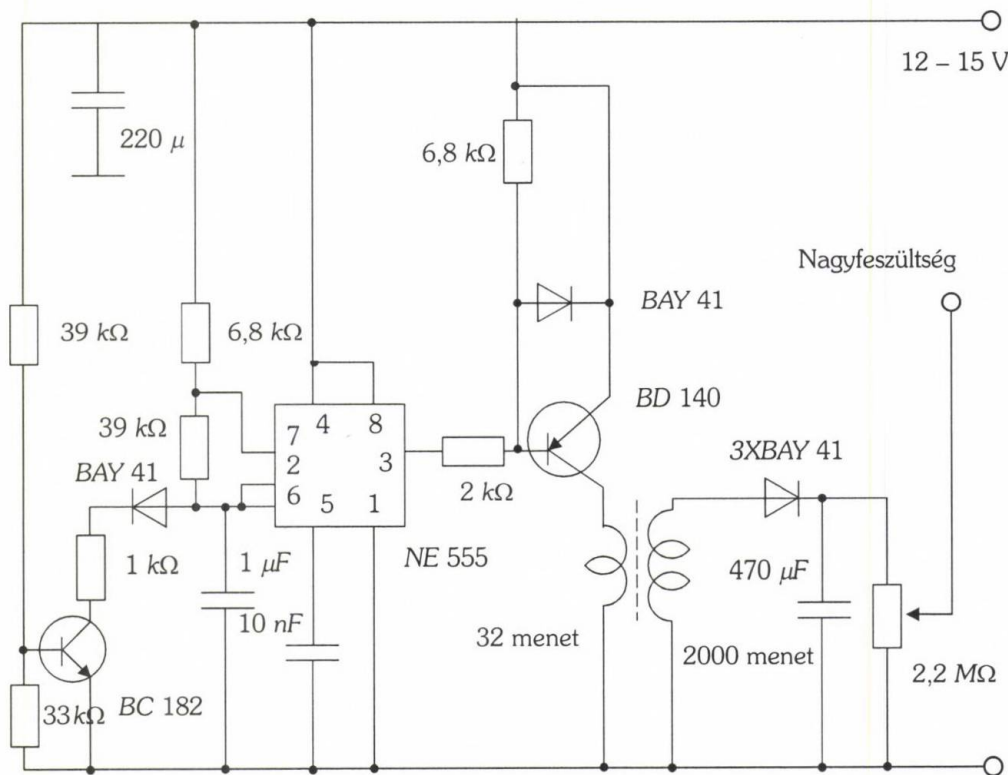
1. ábra
A töltésmérő elvi kapcsolása

tegrált áramkörök nagy bemenő ellenállással ($R_{be} > 10^{11} \Omega$) és kis kimenő ellenállással ($R_{ki} < 100 \Omega$) rendelkeznek és az erősítésük is visszacsatoló áramkörrel könnyen beállítható. A megvalósított áramkörben LF 356 AN típusú záróréteges, FET tranzisztorokkal felépített műveleti erősítőt, használtunk. A töltésmérő kapcsolási rajza az első ábrán látható. A mérendő töltés (illetve feszültség) egy $50 \text{ M}\Omega$ -os ellenálláson keresztül a nem invertáló bemenetre jut (3). Az ellenállás az integrált áramkör védelmét szolgálja. A kimenetre (6) egy digitális (vagy analóg) voltmérőt kapcsolunk. A bemenetre ismert telep U feszültségét juttatjuk, a visszacsatoló ágban elhelyezett P_1 potenciométerrel a kimeneten is U feszültséget állítunk be (1 – 1 arányú erősítés). A stabilitás érdekében kettős tápegy-



2. ábra
A töltésmérő képe

séget célszerű alkalmazni, így a kapcsolás lényegében egy-egy kiegyenlítettlen híd jelent. A kiegyenlítés az alkalmazott három potenciométerrel lehetséges. A kimenet nulla szintjét a P_2 potenciométerrel kell beállítani. A P_3 potenciométerrel



3. ábra
A nagyfeszültségű tápegység elvi kapcsolása

a differenciálerősítő un. drift szintjét állíthatjuk be, amely 1 biztosítja, hogy különböző környezeti hőmérséklet mellett állandó kimeneti feszültség adódjon. Ha feszültséget kapcsolunk a bemenetre, akkor a C kapacitás $C \cdot U$ töltést nyer, tehát töltést mérünk. Így például, ha $C = 10^{-9} F$ és a kimeneten a voltmérő 1 V-ot mutat, akkor $10^{-9} C$ töltést mértünk. A C kapacitás a méréshatár igényének megfelelően különböző értéket vehet fel. A műszert töltésmérőként és $\pm 10 V$ intervallumban feszültségmérőként egyaránt használhatjuk. A méréshatár megválasztásához egy forgókapcsolót alkalmaztunk (a C értékei: 100 nF, 10 nF, 1 nF.) Mérés előtt a NY nyomógombot be kell nyomni, ezzel egyrészt a hidat kiegyensúlyozzuk másrészt a kondenzátor töltését rekombináljuk. Az alkatrészeket egy nyomtatott áramkörű lemez hordozza. A lemeznek, a kapacitásoknak és a kapcsolóknak igen jó minőségűnek kell lenni! A zavaró elektromos mező elleni védelem miatt az egész elektronikát egy fémdobozba zártuk. A mérőcsúcs egy 40-50 cm hosszú koaxkábel vége, amelyet egy un. F csatlakozó kapcsol össze az elektronikával. A nullázó gomb és a méréshatár-kapcsoló a doboz előlapján foglal helyet (2. ábra). Az áramkör működését 2 · 15 V-os stabilizált tápegység biztosítja. (A tápegység kapcsolását nem közlöm, mert „hétköznapi” elemeket tartalmaz és IC-vel felépített változata a napjainkban megjelenő elektronikai folyóiratokban megtalálható.) Az alacsony fogyasztás miatt a tápegységet 2–3 db sorba kapcsolt 4,5 V-os zsebleteppel is lehet helyettesíteni.

Nagyfeszültségű tápegység

A zért, hogy a mérések bármikor rekonstruálhatók legyenek és aránylag kis kapacitáson (pF nagyságrendű) mérhető töltés álljon rendelkezésre, 1000 V-os nagyságrendű tápegy-

ségre van szükség. Előre bocsátom, hogy ez a tápegység a kis töltés és nagy belsőellenállás miatt teljesen veszélytelen!

A kapcsolási rajzból (3. ábra) is kitűnik, hogy a tápegység egy NE 555 típusszámú időzítő IC-re épülő kb. 20 kHz-es oscillátor, melynek a jelét feltranszformáljuk majd egyenirányítjuk. Az IC 3-as számú kimenetén telepfeszültségnyi amplitúdójú négyszögjel jelenik meg. Amikor az IC kimenete alacsony szintre vált, az R_6 ellenálláson keresztül a T_2 kinyit, majd a kitöltésnek megfelelően zár. Ez azt jelenti, hogy a tranzistor kollektor körében elhelyezett L_1 tekercsben felépül majd összeomlik egy mágneses mező. Az összeomlásakor indukálódott feszültséget hasznosítja az L_2 tekercs. A tekercs végpontjain a tekercsek menetszámának arányától függően 1000 V nagyságrendű feszültség jelenik meg. Az egyenirányítást a D_3 nagyfeszültségű dióda végzi. A nagyfeszültség szűrését, tárolását a C_4 kondenzátor látja el. A tekercsek „E” alakú ferrit magra vannak tekercselve. (Kis-lejtezett tv nagyfeszültségű tekercsének ferritje és tekercse is jó!) A P potencióméterrel a kívánt feszültség beállítható. Néhány feszültségértéket célszerű a potencióméter állásától függően megjegyezni. Nagyfeszültségű voltmérő hiányában a következő eljárást ajánlom:

Vegyünk egy néhány százalékos pontosságú 2-300 pF-es kondenzátort és töltjük fel U feszültségre, majd a töltésmérővel mérjük meg a töltést. A kapacitás és a töltés ismeretében a feszültség meghatározható.

A feszültségmérő hitelesítése

A töltésmérőt feszültségmérőként használtuk. Egy szabályozható feszültségű tápegység kimeneti feszültségét mértük és a mért értéket összehasonlítottuk egy etalonnak tekintett digitális voltmérő által mutatott értékkel (4. ábra). A

n	M1(V)	M2(V)	$\Delta U(V)$
1.	0,01	0,01	0
3.	0,99	1,03	0,04
4.	1,55	1,61	0,06
5.	2,29	2,37	0,08
6.	3,16	3,27	0,11
7.	4,13	4,27	0,14
8.	5,02	5,20	0,18
9.	5,98	6,18	0,20
10.	6,21	6,41	0,20
11.	7,12	7,35	0,23
12.	8,14	8,41	0,27
13.	8,78	9,06	0,28
14.	9,05	9,34	0,29

1. táblázat
A feszültségmérő bitelesítése

mért értékek közül néhányat az 1. táblázat tartalmazza.

A tapasztalatom, hogy 3 V-ig szinte mindkét műszer azonos értéket mutat (3-4 % eltérés),

3 V felett néhány tized voltal többet mér. Úgy gondolom, hogy ez a pontatlanság megengedhető, elfogadható.

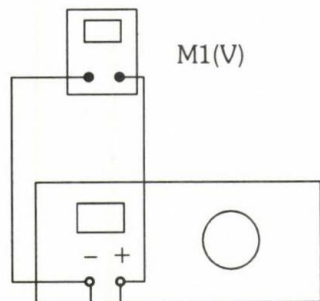
A töltésmérő linearitásának vizsgálata

Egy szigetelő nyélen levő r sugarú fémgömb segítségével meghatározott mennyiségű töltést juttatunk a töltésmérő bemenetére. Legyen a bemeneten lévő C kapacitás értéke 100 nF. Állítsuk a nagyfeszültségű tápegységet 2000 V-ra. Érintsük a gömböt a tápegység kivezetéséhez és a $Q = C_g \cdot 2000$ V adagokban növeljük a töltésmérőben felhalmozott töltést. A töltésmérőhöz kapcsolt digitális voltmérőn a C kapacitáson fellépő feszültséget olvashatjuk le. Az összeállítás és a grafikon az 5. ábrán látható. Az egyenes arány jól követhető.

A töltésmegosztás kimutatása

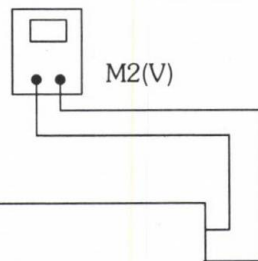
Tekintsük a 6. ábrát. Helyezzünk a nullázott töltésmérő koaxiális kivezetésének végére egy kétforintos nagyságú fémkorongot. Közelítsünk a koronghoz egy elektromosan töltött testet (pl. egy megdörzsölt üvegrudat). Az üvegelektromosság

Digitális voltmérő



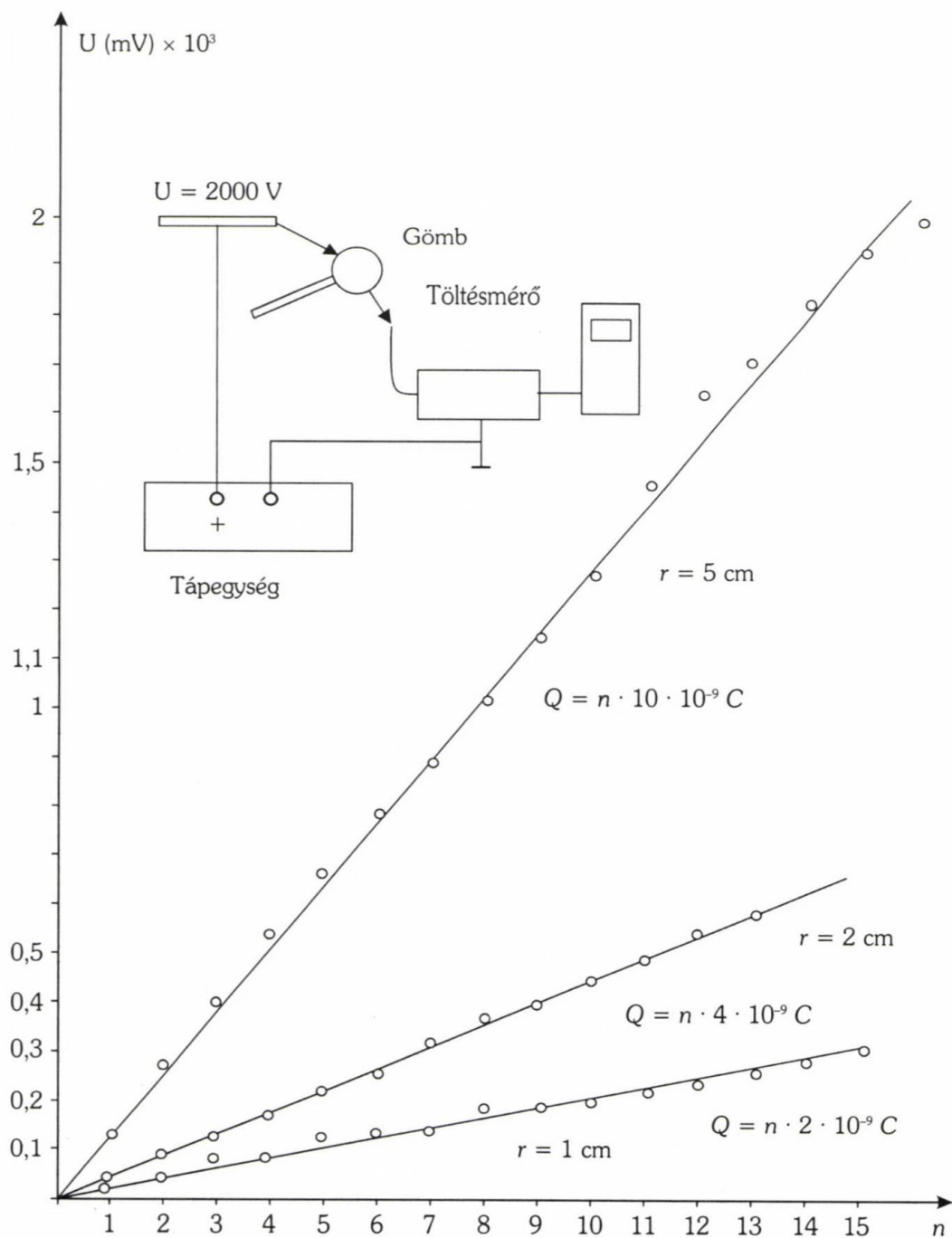
Változtatható feszültségű tápegység

Digitális voltmérő

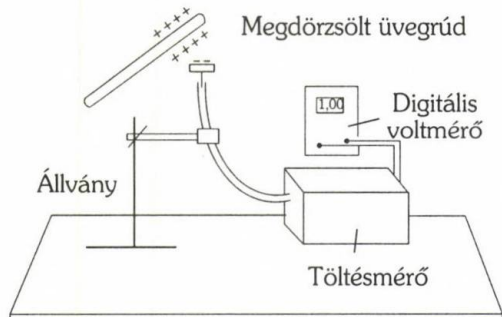


Töltésmérő (feszültségmérő)

4. ábra
A feszültségmérő bitelesítése



5. ábra
A töltésmérő vizsgálata



6. ábra

A töltésmegosztás kimutatása

megosztó hatása révén a semleges korongban a töltések szétválnak. A teret létrehozó testtel azonos

töltések a vezeték legtávolabbi részében a C kapacitáson jelennek meg, ezt a töltést méri a töltésmérő. Az üvegrudat eltávolítva a töltésmérő ismét nulla értéket jelez, mivel a töltések rekombinálnak. Jól érzékelhető hogy a mért töltések nagysága függ a mezőt létrehozó töltés nagyságától és a két test (üvegrúd, fémkorong) távolságától.

A töltésmegmaradás igazolása megosztással

A töltésmérő birtokában arra is vállalkozhatunk, hogy igazoljuk, hogy az influenza révén egyenlő mennyiségű pozitív és negatív töltést választunk szét.

Mérés	Alsó	Felső	ΣQ	ΔQ_a	ΔQ_i
n	$Q_a = N \cdot 10^{-10} \text{ C}$	$Q_i = N \cdot 10^{-10} \text{ C}$	$\cdot 10^{-10} \text{ C}$	$\cdot 10^{-10} \text{ C}$	$\cdot 10^{-10} \text{ C}$
1.	- 11,2	12,4	1,2	0,4	0,19
2.	- 12,0	12,8	0,8	0,39	0,21
3.	- 11,9	12,1	0,2	0,29	0,49
4.	- 11,8	12,7	0,9	0,19	0,11
5.	- 12,0	12,6	0,6	0,39	0,01
6.	- 12,0	13,4	1,4	0,39	0,81
7.	- 11,8	12,4	0,6	0,19	0,19
8.	- 11,6	12,8	1,2	0,0	0,21
9.	- 11,8	12,6	0,8	0,19	0,01
10.	- 11,4	12,1	0,7	0,2	0,49
11.	- 11,9	12,7	0,8	0,29	0,11
12.	- 12,3	12,8	0,5	0,69	0,21
13.	- 12,0	12,4	0,4	0,39	0,19
14.	- 11,3	12,1	0,8	0,30	0,49
15.	- 11,1	12,6	1,5	0,5	0,01
16.	- 11,8	12,8	1,0	0,19	0,21
17.	- 11,2	12,7	1,5	0,4	0,11
18.	- 10,9	12,9	1,0	0,7	0,31
19.	- 11,2	12,3	1,1	0,4	0,29
20.	- 10,9	12,6	1,7	0,7	0,01
Közép	- 11,6	12,59	0,93	0,35	0,23

2. táblázat

A töltésmegmaradás igazolása megosztással

A méréshez a 7. ábrán látható elrendezést állítottam össze. Egy szigetelő állványon lévő 10 cm átmérőjű fémkorong pozitív töltését a 2000 V-ra beállított tápegység biztosította. Először semleges testként két darab 8 cm átmérőjű alumínium félgömböt használtam. Ezeket szigetelő nyél segítségével tudtuk összeilleszteni. Az összetett két félgömbnek a pozitív töltésű fémkorongtól való távolságát egy 3 mm vastag kerámia-gyűrűvel biztosítottam, így közel ugyanannyi töltést osztottunk meg. Hús mérés eredménye:

Az alsó félgömb töltése:

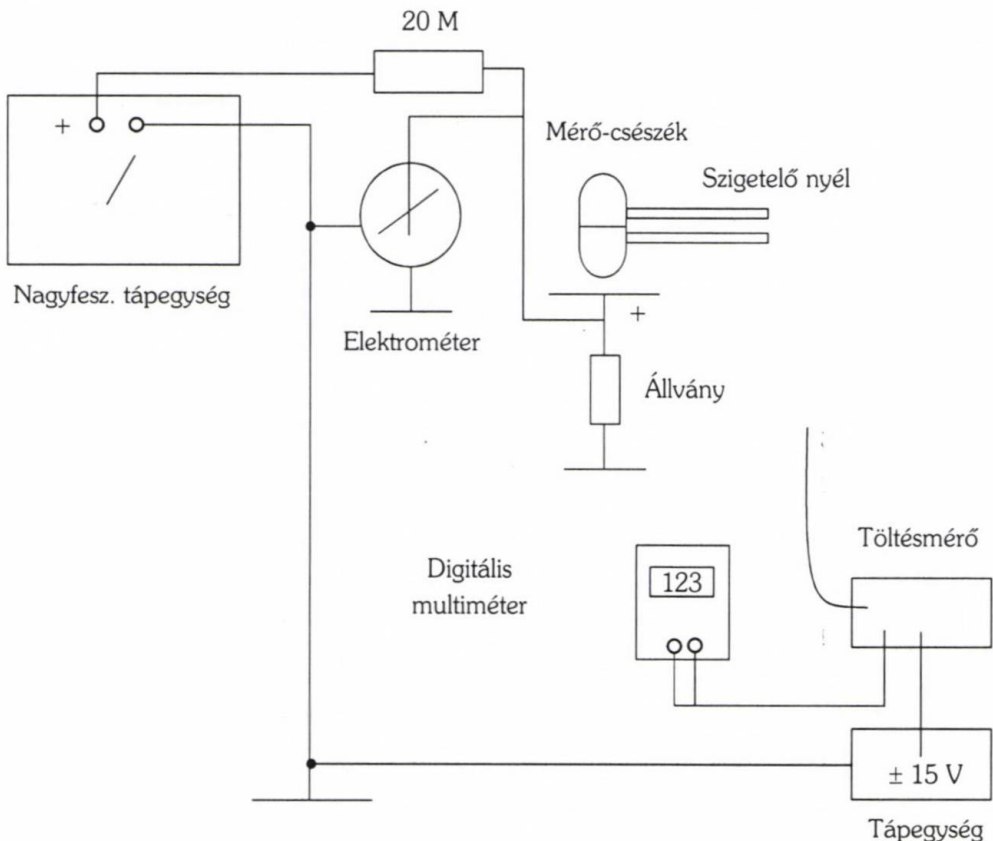
$$(-10,9 \pm 0,53) 10^{-10} \text{ C}$$

A felső félgömb töltése:

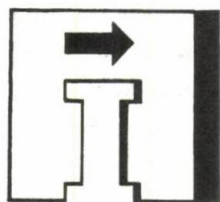
$$(11,65 \pm 0,7) 10^{-10} \text{ C}$$

A meglepő az, hogy a mérés során a felső gömb töltése abszolút értékben valamivel nagyobb. Arra gondoltunk, hogy a félgömbök pontatlan illeszkedése, a felületek szennyezettsége miatt maradt el a várt eredmény. A szertárban találtam két árnyékoló burát, amely valamikor egy katonai adó tekercsét hordozta. Szinte kínálta magát, hogy a két félgömb helyett ezekkel végezzük el a kísérletet, hiszen vörösréz-ből készültek és kívül belül ezüstözve vannak. Az eredmény nem változott. Ellenőriztük a töltésmérőt, hogy lineárisan mérje-e a pozitív, illetve a negatív töltéseket. Melegítéssel csökkentettük a mérőhely páratartalmát, de a jelenség magyarázatára nem kaptunk választ.

(folytatás a 4. számban)



7. ábra
A töltésmegmaradás igazolása



IMPULZUS

Dr. Kövesdi Katalin

Frank verseny

2002. márciusában 12. alkalommal került megrendezésre a Frank János fizika feladatmegoldó verseny. A verseny résztvevői a szege-di iskolák azon 13-14 éves diákjai, akik a váro-si versenyt megelőzően megrendezett iskolai háziversenyen a legjobbaknak bizonyultak. A Frank János versenyen közel 60 kisdíák vett részt.

A verseny végeredménye

7. osztály

1. Lele István, SZTE JGYTFK Gyakorló tanára: Horváthné Fazekas Erika
2. Oláh Sándor, Makkosházi Ált. Isk. tanára: Szalainé Szunyi Klára
3. Fábíán Anna SZTE JGYTFK Gyakorló tanára: Lakatos Ferenc

8. osztály

1. Kocsis Vilmos Dugonics Általános Iskola tanára: Turi Kiss Ágnes
2. Kormányos Balázs, Radnóti Kísér. Gimn. tanára: Dr. Mező Tamás
3. Jankó Zsuzsanna, Radnóti Kísér. Gimn. tanára: Dr. Mező Tamás

7. osztályosok feladatsora

Megoldási idő: 100 perc
(számológép és a mellékelt táblázat használható)

1. 10 kg, -5°C hőmérsékletű jeget 100°C hőmérsékletű gőzzé alakítunk. Hány kilogramm kokszt elégetésével tudjuk biztosítani ezt a változást? Az energia-veszteségektől tekintsünk el.

2. Mennyi elektromos munkát képes végezni teljes kimerüléséig az a 4,5 V-os zsebtelep, amelyet 10 órán keresztül 0,2 A erősségű árammal lehet terhelni?

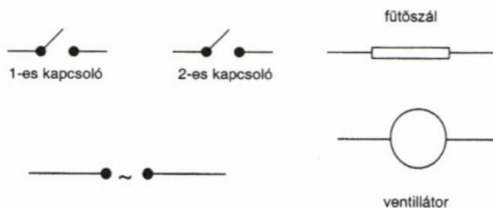
a) Milyen magasra tudna egy daru felemelni 202,5 kg tömegű terhet ennyi munka árán? (A veszteségektől eltekintünk.)

b) Hányszor kerül többbe 1 kWh elektromos energia, ha azt nem a hálózati áramforrásból, hanem egy zsebtelepből nyerjük? A zsebtelep ára 150 Ft, 1 kWh elektromos energia fogyasztásáért pedig 23,5 Ft-ot fizetünk az áramszolgáltatónak.

1 kWh (kilowattóra) = 3600 kJ

3. Három, azonos méretű tömör kockából egy 30 cm magas négyzetes oszlopot építettünk. Az így kapott test átlagos sűrűsége $14/3 \text{ g/cm}^3$. Az egyik kocka alumíniumból, a másik vörösréz-ből készült. Mi az anyaga a harmadik kockának?

4. Tervezd meg egy hajszáritó áramkörének a kapcsolási rajzát. Az 1-es kapcsoló a ventilátor motorját, a 2-es kapcsoló a fűtőszálát működteti. A hajszáritó csak akkor fújhat meleg levegőt, ha mindkét kapcsoló be van kapcsolva. Ha csak a 2-es kapcsolót kapcsoljuk fel, a hajszáritó nem működik, nehogy túlmelegedjen a készülék.



5. Az alábbi állítások közül néhány HIBÁS. Válaszd ki és írd le helyesen az állításokat.

- Hővezetés közben az állapotváltozás részecskéről részecskére terjed.
- Egy pohárban levő víz térfogata és sűrűsége is 4°C hőmérsékleten a legkisebb.
- Az erő és ellenerő egyenlő nagyságú, ellentétes irányú, ezért kiegyenlítik egymás hatását.
- A fém, a fa, a fény anyag.
- A folyadékok melegekedése hőáramlás útján valósul meg.
- A kerékpártömlőbe zárt levegő sűrűsége – ha napsütés éri – növekszik.

Megoldókulcs a 7. osztályos feladatokhoz

$$1. m_j = 10 \text{ kg}$$

$$T_{\text{jég}} = -5^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{gőz}} = 10^\circ\text{C}$$

$$m_k = ?$$

$$c_{\text{jég}} = 2,1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \quad L_f = 2260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$L_o = 340 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad L_g = 24000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$c_{\text{víz}} = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

A jég felmelegítéséhez és megolvasztásához szükséges energiaváltozás: $\Delta E_1 = Q_1$

$$\begin{aligned} Q_1 &= c_j m_j (0^\circ\text{C} - T_j) + L_o m_j = \\ &= 2,1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 10 \text{ kg} \cdot 5^\circ\text{C} + 340 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 10 \text{ kg} = \\ &= 3505 \text{ kJ}. \end{aligned}$$

A víz felforralásához és elpárologtatásához szükséges energiaváltozás: $\Delta E_2 = Q_2$

$$\begin{aligned} Q_2 &= c_v m_v \cdot 100^\circ\text{C} + L_f m_v = \\ &= 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 10 \text{ kg} \cdot 100^\circ\text{C} + 2260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 10 \text{ kg} = \\ &= 4200 \text{ kJ} + 22600 \text{ kJ} = 26800 \text{ kJ}. \end{aligned}$$

Az összes energiaváltozás:

$$\Delta E = Q_1 + Q_2 = 30305 \text{ kJ}.$$

Ekkora energiaváltozást $m_k = \frac{\Delta E}{L_g}$ tömegű kokszt elégetésével hozhatunk létre:

$$\underline{\underline{m_k = \frac{30305 \text{ kJ}}{24000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 1,2627 \text{ kg} \approx 1,26 \text{ kg}}}$$

$$2. U = 4,5 \text{ V}$$

$$t = 10 \text{ h} = 36000 \text{ s}$$

$$I = 0,2 \text{ A}$$

$$m = 202,5 \text{ kg}$$

$$l = 4 \text{ m}$$

$$3600 \text{ J} = 1 \text{ kWh}$$

$$W = ?$$

$$h = ?$$

$$k = ?$$

$$\text{A zseblep töltése } Q = I \cdot t = 0,2 \text{ A} \cdot 36000 \text{ s} = 7200 \text{ C}.$$

Mivel a telep egyik sarkából a másikba 7200 C töltés jut el a teljes kimerüléséig, ezért a zseblep $\underline{\underline{W = Q \cdot U = 7200 \text{ C} \cdot 4,5 \text{ V} = 32400 \text{ J} = 32,4 \text{ kJ}}}$ munkát képes végezni.

a) Az $m = 202,5$ kg tömegű teher súlya: $F_s = 2025$ N.

A Föld gravitációs mezőjében végzett emelési munka: $W = F_s \cdot s$. Ebből az emelés magassága:

$$h = \frac{W}{F} = \frac{32400 \text{ J}}{2025 \text{ N}} = \frac{32400 \text{ Nm}}{2025 \text{ N}} = 16 \text{ m.}$$

b) Egy zsebletep ára 150 Ft. Belőle

$$32,4 \text{ kJ} = \frac{32,4}{3600} \text{ kWh} = 0,009 \text{ kWh}$$

elektromos energiaváltozás nyerhető. Ezért 1 kWh „zsebletep-munka” ára:

$$\begin{array}{ll} 0,009 \text{ kWh} & 150 \text{ Ft} \\ 1 \text{ kWh} & \frac{150}{0,009} \cdot 1 = 16666,7 \text{ Ft} \end{array}$$

A hálózati áramforrásból nyert, 1 kWh elektromos energiáért 23,5 Ft-ot fizetünk.

$$k = \frac{16666,7}{23,5} = 709,2 \sim 710$$

azaz a zsebleteppel végzett elektromos munka 710-szer drágább, mint a hálózat elektromos mezője által végzett munka.

3. $h = 30 \text{ cm}$

$$\rho_a = \frac{14}{3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\rho_{al} = 2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\rho_{Cu} = 8,9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\rho_i = ?$$

A négyzetes oszlopot alkotó kockák élei 10 cm hosszúak, egy kocka térfogata $V_k = 1000 \text{ cm}^3$, a négyzetes oszlop térfogata $V_o = 3000 \text{ cm}^3$. Az oszlop tömege:

$$m_o = \rho_a \cdot V_o = \frac{14}{3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 3000 \text{ cm}^3 = 14000 \text{ g.}$$

Az alumínium kocka és a rézkocka tömege:

$$m_{Al} = \rho_{Al} \cdot V_k = 2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 1000 \text{ cm}^3 = 2700 \text{ g}$$

$$m_{Cu} = \rho_{Cu} \cdot V_k = 8,9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 1000 \text{ cm}^3 = 8900 \text{ g.}$$

Az ismeretlen anyagú kocka tömege:

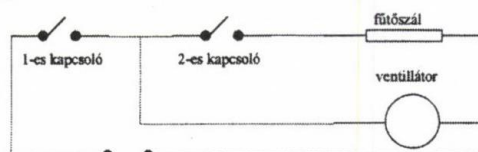
$$m_i = 14000 \text{ g} - (2700 \text{ g} + 8900 \text{ g}) = 2400 \text{ g.}$$

Ez a kocka is 1000 cm^3 térfogatú, ezért a sűrűsége:

$$\rho_i = \frac{m_i}{V_k} = \frac{2400 \text{ g}}{1000 \text{ cm}^3} = 2,4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}.$$

A harmadik kocka gránitból készült.

4.



5. A felsorolt állítások közül a b) c) és az f) hibás. Ezek az állítások helyesen így szólnak:

b) Egy pohárban levő víz sűrűsége 4°C hőmérsékleten a legnagyobb, ezért ugyanakkora tömegű víznek ezen a hőmérsékleten a legkisebb a térfogata.

c) Az erő és az ellenerő egyenlő nagyságú, ellentétes irányú, az erő az egyik testet, az ellenerő a másik testet éri, ezért soha nem egyenlíthetik ki egymás hatását.

f) A kerékpártömlőbe zárt levegő sűrűsége – ha napsütés éri – csökken. Oka: a bezárt levegő tömege változatlan, a térfogata viszont a gumitömlő hőtágulása miatt megnő, így a bezárt levegő sűrűsége csökken.

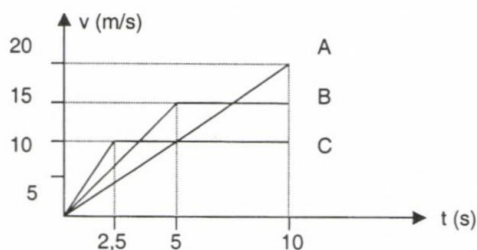
8. osztályosok feladatsora

Megoldási idő: 100 perc

(számológép és a mellékelt táblázat használható)

1. Az ábra három test (A,B,C) sebességének változását mutatja az idő függvényében. Válaszolj az alábbi kérdésekre:

- Melyik test jutott a legmesszebbre a 10 s alatt?
- Mekkora az egyes testek átlagsebessége a 0 s – 10 s időtartam alatt?
- Melyik testnek változott legnagyobb mértékben az első másodpercben a sebessége?



2. Egy bronzszobor tömege 20 kg. Mekkora a bronz sűrűsége, ha tömegének 84%-a réz, 10%-a cink és 6%-a ón? $\rho_{\text{réz}} = 8,92 \text{ g/cm}^3$, $\rho_{\text{cink}} = 7,1 \text{ g/cm}^3$, $\rho_{\text{ón}} = 7,3 \text{ g/cm}^3$. (Az ötvözkor fellépő esetleges térfogatvesztéstől eltekintünk.)

3. A légkör felső rétegeinek kutatása céljából felbocsátott meteorológiai léggömb súlya műszerekkel, ejtőernyővel együtt 25 N. A felhajtóerő a felbocsátáskor 30 N. A levegő sűrűsége a földfelszín közelében felbocsátáskor $1,3 \text{ kg/m}^3$.

- Mekkora a léggömb és a teher együttes térfogata?
- Mekkora erő emeli magasba induláskor a léggömböt és a terhet? 10 km magasságban a léggömb térfogata 10 m^3 -re nő. Ebben a magasságban a levegő sűrűsége $0,4 \text{ kg/m}^3$.

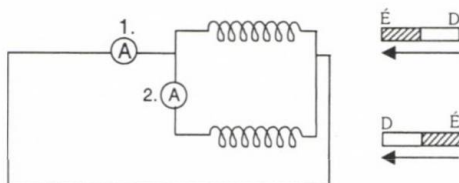
c) Mennyivel változott meg a felhajtóerő, mire a léggömb elérte a 10 km-es magasságot?

d) Mekkora erő emeli tovább a léggömböt ebben a magasságban?

4. Egy halbiológiai kísérlethez 8 l-es akváriumot használnak. Az akváriumban levő 5 l, 15°C hőmérsékletű vizet elektromos melegítővel 4 perc alatt 35°C hőmérsékletűre melegítik, majd -10°C hőmérsékletű jég hozzáadásával újra lehűtik az eredeti hőmérsékletre. (A hővesztésektől eltekintünk.)

- Mekkora a végzett elektromos munka?
- Mekkora a melegítő-berendezés teljesítménye?
- Mennyi víz lesz az akváriumban a kísérlet végén?

5. Azonos méretű, anyagú, menetszámú tekercsekbe egyszerre egy-egy ugyanolyan erősségű mágneset tolunk be az ábrán látható módon. Melyik műszer jelez nagyobb áramerősséget? Válaszod indokold meg!

**Megoldókulcs a 8. osztályos feladatokhoz**

1. A testek által megtett utak (a görbe alatti területből):

$$s_A = \frac{10 \text{ s} \cdot 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2} = 100 \text{ m}$$

$$s_B = \frac{5 \text{ s} \cdot 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2} + 5 \text{ s} \cdot 15 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 112,5 \text{ m}$$

$$\underline{s_C = \frac{2,5 \text{ s} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2} + 7,5 \text{ s} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 87,5 \text{ m.}}$$

A legmesszebbre tehát a B test jutott.

Az átlagsebességek a $v_d = \frac{s_{\text{összes}}}{t_{\text{összes}}}$ alapján:

$$\underline{v_A = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \quad \underline{v_B = 11,25 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \quad \underline{v_C = 8,75 \frac{\text{m}}{\text{s}}}.$$

A gyorsulások

$$\underline{a_A = \frac{20 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{10 \text{ s}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \quad \underline{a_B = \frac{15 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5 \text{ s}} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$\underline{a_C = \frac{10 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2,5 \text{ s}} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}},$$

vagyis a C testnek volt a legnagyobb a gyorsulása. (A gyorsulásokra a meredekségből is lehet következtetni.)

2. $m_{sz} = 20 \text{ kg}$

84%: réz

10%: cink

6%: ón

$$\rho_{\text{réz}} = 8,92 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 8920 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_{\text{cink}} = 7,1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 7100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\underline{\rho_{\text{ón}} = 7,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 7300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$\rho_{\text{bronz}} = ?$$

A réz, a cink és az ón tömege:

$$m_{\text{réz}} = 0,84 \cdot 20 \text{ kg} = 16,8 \text{ kg}$$

$$m_{\text{cink}} = 0,1 \cdot 20 \text{ kg} = 2 \text{ kg}$$

$$m_{\text{ón}} = 0,06 \cdot 20 \text{ kg} = 1,2 \text{ kg.}$$

A 20 kg tömegű bronzszobor térfogata megegyezik a 16,8 kg tömegű réz, a 2 kg tömegű cink és az 1,2 kg tömegű ón térfogatának összegével.

$$V_{\text{réz}} = \frac{m_{\text{réz}}}{\rho_{\text{réz}}} = \frac{16,8 \text{ kg}}{8920 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0,001883 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{cink}} = \frac{m_{\text{cink}}}{\rho_{\text{cink}}} = \frac{2 \text{ kg}}{7100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0,000282 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{ón}} = \frac{m_{\text{ón}}}{\rho_{\text{ón}}} = \frac{1,2 \text{ kg}}{7300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0,000164 \text{ m}^3$$

$$V_{sz} = 0,002329 \text{ m}^3$$

A bronz sűrűsége:

$$\rho_{\text{bronz}} = \frac{m_{sz}}{V_{sz}} = \frac{20 \text{ kg}}{0,002329 \text{ m}^3} = \underline{\underline{8587,38 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}}.$$

3. $F_s = 25 \text{ N}$

$F_f = 30 \text{ N}$

$$\rho_{\ell} = 1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_{\ell}^* = 0,4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\underline{V^* = 10 \text{ m}^3}$$

$$V = ?$$

$$F_e = ?$$

$$\Delta F_f = ?$$

$$F_e^* = ?$$

a) A felhajtóerő a léggömb és a teher együttes térfogata által kiszorított levegő súlyával egyezik meg. A kiszorított levegő súlya 30 N $\Rightarrow$ a tömege 3 kg.

$$m = V \cdot \rho_{\ell} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho_{\ell}} = \frac{3 \text{ kg}}{1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 2,31 \text{ m}^3.$$

b) A léggömböt és a terhet emelő erő a felhajtóerő és a gravitációs erő különbségével egyenlő, amelynek nagysága induláskor:

$$F_e = F_f - F_s = 30 \text{ N} - 25 \text{ N} = 5 \text{ N}$$

$$\underline{\underline{F_e = 5 \text{ N.}}}$$

c) 10 km magasságban a léggömb és a teher együttesen

$$m^* = V \cdot \rho \cdot \ell = 10 \text{ m}^3 \cdot 0,4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 4 \text{ kg}$$

levegőt szorít ki, amelynek súlya 40 N.

A felhajtóerő nagysága ebben a magasságban 40 N. A felhajtóerő megváltozása:

$$\underline{\underline{\Delta F_f = 10 \text{ N.}}}$$

d) A léggömböt 10 km magasságban

$$F_e^* = F_f^* - F_s = 40 \text{ N} - 25 \text{ N} = 15 \text{ N} \text{ erő emeli.}$$

$$\underline{\underline{F_e^* = 15 \text{ N.}}}$$

$$4. V_v = 5 \ell \Rightarrow m_v = 5 \text{ kg}$$

$$T_1 = 15^\circ\text{C}$$

$$t = 4 \text{ perc} = 240 \text{ s}$$

$$T_2 = 35^\circ\text{C}$$

$$\underline{T_j = -10^\circ\text{C}}$$

$$P = ?$$

$$W = ?$$

$$m^* = ?$$

$$c_v = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

$$c_j = 2,1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

$$L_o = 340 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$a) W = \Delta E$$

$$\begin{aligned} \underline{\underline{\Delta E}} &= c_v \cdot m_v (T_2 - T_1) = \\ &= 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 5 \text{ kg} \cdot 20^\circ\text{C} = \underline{\underline{420 \text{ kJ.}}} \end{aligned}$$

$$b) P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

$$P = \frac{420 \text{ kJ}}{240 \text{ s}} = \frac{420000 \text{ J}}{240 \text{ s}} = 1750 \text{ W} = \underline{\underline{1,75 \text{ kW.}}}$$

c) A víz, míg hőmérséklete az eredeti 15°C -ra csökken, leadja a melegítéskor felvett 420 kJ hőmennyiséget. Ezt a hőmennyiséget a jég veszi fel, melegszik, vízzé olvad, majd 15°C -ra nő a hőmérséklete

$$420 \text{ kJ} = c_j m_j (0^\circ\text{C} - T_j) +$$

$$+ L_o m_j + c_v m_j (15^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C})$$

$$420 \text{ kJ} = 2,1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot m_j \cdot 10^\circ\text{C} +$$

$$+ 340 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot m_j + 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot m_j \cdot 15^\circ\text{C}$$

$$420 \text{ kJ} = 21 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot m_j +$$

$$+ 340 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot m_j + 63 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot m_j$$

$$420 \text{ kJ} = 424 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot m_j$$

$$m_j = \frac{420 \text{ kJ}}{424 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 0,99 \text{ kg} \approx 1 \text{ kg.}$$

A kísérlet végén 6 kg tömegű víz van az akváriumban.

5. Mivel a mágnesek ellentétes pólusaikkal hatolnak be a tekercsekbe, az azokban indukálódott feszültség ellentétes irányú áramokat indít el. A két tekercs párhuzamosan van kötve, így a főágban folyó áram erőssége egyenlő a mellékágakban folyó áramok erősségének algebrai összegével. Ezért az 1-es jelű ampermérő nagyon kicsi áramerősséget mutat. (Ha a két mágnes teljesen egyformán mozgatjuk, a főágban nem folyik áram.) A 2. sz. ampermérőn mindkét tekercs árama ugyanolyan irányban halad át, így ez a műszer kétszer akkora áramot mutat, mint abban az esetben, ha csak egy mágnessel végeztük volna.

Dr. Pintér Ferenc

A fizika története II. rész

Időszámításunk előtti III – II. évezred

- elkészítették az első nap- és vízórákat;
- kidolgozták a tömeg- és hosszúságmérés módszereit;
- elkészítették az első emelőtípusú serpenyős kézimérleget.

Az antik korszak

(i. e. VI. század – i. sz. V. század)

i. e. VI. század

- elkezdődtek az akusztikai (hangtani) megfigyelések. Püthagorasz (görög matematikus, természet-bölcsele, i. e. kb. 580 – 500) leírta a hang magassága és a húr, ill. síp hossza közötti kapcsolatot;
- megjelentek az első elképzelések az elektromosság és mágnesesség mibenlétéről;
- felfedezték, hogy a megdörzsölt borostyánkő vonzza a könnyű tárgyakat, a vastartalmú anyagok pedig mágneses tulajdonságúak (miletoszi Phalesz).

i. e. V – IV. század

- megszülettek az első elképzelések az anyagok szemcsés, diszkrét szerkezetéről, a részecskék felépítéséről és az oszthatóság végső határáról, az atomok létezéséről [Anaxagorasz (görög természet-bölcsele, i. e. 500 – 428), Empedoklesz (görög természet-bölcsele, i. e. 492 – 432), Leukipposz (görög természet-bölcsele, az atomelmélet előfutára, i. e. V. század), Demokritosz (görög természetfilozófus, az atomelmélet megalapítója, i. e. 460 – 370)];
- Platón (görög filozófus, természet-bölcsele, i. e. 427 – 347) megalkotja a látás elméletét.

i. e. IV. század

- megjelentek a mechanika elemei;
- elkezdődött az egyenes- és görbevonalú mozgások vizsgálata;

- megalkották az egymásra merőleges erők összeadásának szabályát;
- Arisztotelész (görög bölcsele, az ókori statikus világkép ellentmondásmentes fizikai axiómarendszerének kidolgozója, i. e. 384 – 322) leírja az emelők egyensúlyának feltételét;
- helyesen képzeltek el levegőben a hang terjedésének mechanizmusát (a hangot kibocsátó test a levegő sűrűsödését és ritkulást vált ki). Értelmeztek a visszhang keletkezését;
- ismerték a fénytörés jelenségét (Arisztotelész).

i. e. IV – III. század

- az ókori kínaiak már ismerték a sötétkamrát.

i. e. IV – II. század

- az első világkép modell – a geocentrikus világkép modell – keletkezése (knidoszi Eudoxos (görög természettudós, matematikus, i. e. kb. 400 – 347), knidosi Knidski, Arisztotelész, Hipparkhos (görög csillagász, i. e. 160 – 125).

i. e. III. század

- Samosi Aristarkhos (görög csillagász, i. e. 250 körül működött) megalkotta a heliocentrikus világkép modellt;
- megtörténtek az első próbálkozások a Föld–Hold és a Föld–Nap távolságának meghatározására (Samosi Aristarkhos);
- Hipparkhos kidolgozta az epiciklusok rendszerét;
- felfedezték a fény egyenesvonalú terjedését és a fény törésének törvényét. Megtörtént a geometriai optika alapjainak lerakása (Euklidész (görög matematikus és fizikus, i. e. 300 körül élt);
- Arkhimédész (görög matematikus és fizikus, az ókor egyik legeredetibb gondolkodója, i. e. 287 – 212) kidolgozta a sztatika tudományos alapjait, bevezette a tömegközéppont és az impulzusmomentum (perdület) fogalmát,

meghatározta a háromszög tömegközéppontját, kidolgozta az emelők szigorú elméletét, megadta a párhuzamos erők összeadásának szabályát, felfedezte a hidrosztatika alaptörvényét (Arkhimédész törvénye) és leírta a testek úszásának feltételét.

i. e. II. század

– Ktészibios (görög matematikus, mechanikus, i. e. II. században élt) olyan vízórát épített, amely a XVIII. századig használt órák prototípusa volt.

i. sz. I – II. század

– az alexandriai Heron (görög fizikus és matematikus, I. században élt) részletesen tárgyalta az emelőt, csörlőt, éket, csavart és csigát, felállította az emelők és a csiga működésének szabályait. Leírta a jelenkori gőzturbinák őseit – az ún. eolipil nevű gépezetet – és sok más technikai találmányát.

– Klaudiosz Ptolemaosz (görög csillagász, matematikus és geográfus, 70 – 147) kísérletileg vizsgálta a fény törését, pontosította a légköri refrakció jelenségét a fény törésének figyelembevételével, értelmezte a precesszió jelenségét, leírta a geocentrikus világkép modell befejezett formáját (Ptolemaoszi világregendszer).

Irodalom

- [1] Yu. A. Hramov: Fiziki. „Nauka”, Moszkva, 1983.
- [2] Természettudományi lexikon. Akadémiai Kiadó, Budapest
- [3] P. Sz. Kudrjavcev: A fizika története. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1951.
- [4] Ernst Peter Fischer: Arisztotelész, Einstein és a többiek. SAXUM Kft., Budapest, 1998.
- [5] Simonyi Károly: A fizika kultúrtörténete. Gondolat Kiadó, Budapest, 1986.
- [6] ifj. Gazda István – Sain Márton: Fizikatörténeti ABC. Tankönyvkiadó, Budapest, 1978.



Ptolemaiosz i.sz. 150 körül rajzolt térképének egy XVI. századi kiadása

Dr. Pintér Ferenc

Érdekes, hogy...

... a nyugvó vagy egyenletes mozgást végző töltés nem sugároz elektromágneses hullámokat. Sugárzás csak gyorsuló mozgás esetén keletkezik és a kibocsátott sugárzás teljesítménye a gyorsulás négyzetével arányos.

... sokáig úgy vélték, hogy a neutrínó tömeg nélküli részecske. Az utóbbi években elvégzett pontosabb kísérletek azonban azt támasztják alá, hogy a neutrínó tömege zérustól különböző.

... a modern kísérletek már 10^{-12} pontossággal bizonyítják a tehetetlen és a súlyos tömeg azonosságát, ami milliárdszor pontosabb, mint a Newton (1643 – 1727) által elvégzett kísérletek pontossága.

... a modern tömegspektrográfok az atommagok tömegét egytizedmillió (10^{-7}) atomi tömegegység hibával mérik.

... Kepler a testek mozgásának okát külső erő hatásának tulajdonította és nagyságát hibásan a mozgás sebességével mérte.

... G. Galilei (1564 – 1642) nem tett különbséget az erő és a tömeg között. Ezért az általa megalkotott inercia-elvet nem tartotta fontosnak bevinni a természet alaptörvényei közé. Ugyanakkor Newton az inercia (tehetetlenség) törvényt az első helyre tette.

... R. Descartes (1596 – 1650) feltételezése szerint csak olyan erők léteznek, amelyek ütköző testek között hatnak – kontakt erők.

... kezdetben, amikor még az energia elnevezés nem volt elfogadott, az új fizikai mennyiségek jellemzésére az erő elnevezést használták.

... H. R. Hertz-nek (1857 – 1894) úgy sikerült a mechanikát felépítenie, hogy az erő fogalmát egyáltalán nem használta. Azonban a mechanika alapjainak formulázása annyira bonyolulttá vált, hogy Hertz rendszere nem került elfogadásra.

... bár a természetben nagyszámú és különböző természetű erők hatnak, mindössze négy alapvető típusú kölcsönhatás létezik: a gravitációs, elektromágneses, gyenge és az erős kölcsönhatás. Eddig az elektromágneses, a gyenge és az erős kölcsönhatás egyesítése sikerült és remény van az ún. szuper egyesítés megvalósítására is, a négy kölcsönhatás egyesítésére.

... Galilei, aki először becsülte meg a levegő sűrűségének értékét – bármilyen különösen hangzik is – élete végéig – kételkedett a légköri nyomás létezésében. A légköri nyomás létezését tanítványa E. Torricelli (1608 – 1647) igazolta 1643-ban, és készítette el az első higanyos barométert.

... B. Pascal (1623 – 1662), amikor értesült Torricelli kísérletéről, 1646-ban a kísérletet vízzel és borral ismételte meg.

... a hidrosztatikai paradoxont – a folyadék nyomása független az edény alakjától – a holland S. Stevin (1548 – 1620) Pascal felfedezése előtt (1653) már ismerte. Pascal az alig elterjedt holland nyelvet nem ismerte és ezért Stevin holland nyelven írt dolgozatát nem olvasta.

... a természetben a nyomás értékének széles spektruma – a nagyon kicsi (vákuum) nyomástól kezdve a csillagok belsejében uralkodó igen nagy nyomásig – figyelhető meg. Laboratóriumi körülmények között vákuumszivattyúk segítségével $\sim 10^{-7}$ Pa nyomás állítható elő. Nagy nyomásokat ($\sim 10^{14}$ Pa) pl. a mesterséges gyémánt készítésénél alkalmaznak.

... a csillagok méretét a fénynyomás (sugárnyomás) és a gázok együttes nyomása határozza meg. Csillagászati megfigyelések igazolják, hogy a csillagok tömege éppen akkora, mint amekkora a gravitációs vonzásból, a csillagok belsejében fellépő sugárnyomásból és a gázok nyomásából származó erők egyensúlya alapján elméleti úton adódik.



HANGSZÓRÓ

ERICSSON-DÍJ 2002

Felhívás díjazandó tanárok ajánlására

Kérjük, figyelmesen olvassák el az alábbi kiírás szövegét, mivel a díjazás feltétele és a beadási határidő az előző évekhez képest megváltozott!

Az Ericsson cég magyarországi Kutatás-Fejlesztési Igazgatósága által alapított díjat **általános és középiskolai fizika- és matematikatanárok** nyerhetik el, az alább részletezett feltételek szerint. A díj alapításának célja, hogy támogassa és erősítse a magyarországi matematikai és természettudományos alapképzés világviszonylatban is kiemelkedő színvonalát, igényességét. Ennek köszönhető ugyanis, hogy a hazai műszaki és természettudományi diplomával rendelkezők tudása megfelelő szellemi értéket képvisel az igényes hazai és külföldi befektetők előtt és vonzóvá teszi Magyarország bekapcsolását a távokzés és egyéb csúcstechnológiák nemzetközi kutatási fejlesztési láncába.

Az ERICSSON-DÍJAKAT 2002-ben két kategóriában ítélik oda:

1. „Ericsson a matematika és fizika tehetségeinek gondozásáért” díj

2 matematika- és 2 fizikatanár részére egyenként 200 000 Ft-tal járó díj, melyet olyan tanárok kaphatnak, akiknek tanítványai a Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok versenyein, vagy a Varga Tamás, Kalmár László, Arany Dániel matematikaversenyek, matematika vagy fizika OKTV, Öveges József, Mikola Sándor, Fényes Imre, Szilárd Leó fizikaversenyek, a Nemzetközi Matematika vagy Fizika Diákolimpiák, a Kürschák József matematikai tanulmányversenyek vagy az Eötvös Loránd fizikaversenyek valamelyikén az 1997 – 98-as tanévtől kezdődően I – III. díjat nyertek.

2. „Ericsson a matematika és fizika népszerűsítéséért” díj

6 matematika- és 6 fizikatanár részére egyenként 200 000 Ft-tal járó díj, melyet olyan tanárok kaphatnak, akik tanítványaikkal aktívan bekapcsolódtak a Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok vagy az ABACUS folyóiratnak pontversenyeibe, vagy a tanítás mellett évek óta a legtöbbet teszik a tantárgyuk iránti érdeklődés felkeltéséért és megszerettetéséért.

A díjakat a MATFUND Középiskolai Matematikai és Fizikai Alapítvány ítéli oda, a Bolyai János Matematikai Társulat és az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Ericsson-díjbizottságainak ajánlása alapján. A díjazandókra írásos javaslatot nyújthatnak be szakmai és társadalmi szervezetek, a javasolt tanár tevékenységét ismerő kollégák, tanítványok. **Az ajánlásnak tartalmaznia kell a javasolt személy részletes szakmai jellemzését** különös tekintettel azokra a szempontokra, amelyek alapján a díjra érdemesnek tartják. A beadási határidő: **2002. szeptember 2.** A javaslatokat a megjelenést követően **minél előbb kérjük** eljuttatni a Bolyai János Matematikai Társulathoz vagy az Eötvös Loránd Fizikai Társulathoz, mindkettő címe: 1027 Budapest, Fő u. 68.

A bizottságok az idei vagy a korábbi években benyújtott írásos javaslatok alapján 2002. szept. 25-ig döntést hoznak a jelöltek sorrendjéről. A bizottságok részletes indoklását tartalmazó jelentése után a MATFUND kuratóriuma 2002. október 7-ig dönt a díjazandók személyéről. Az Ericsson a díjkiosztót október végén rendezi meg.

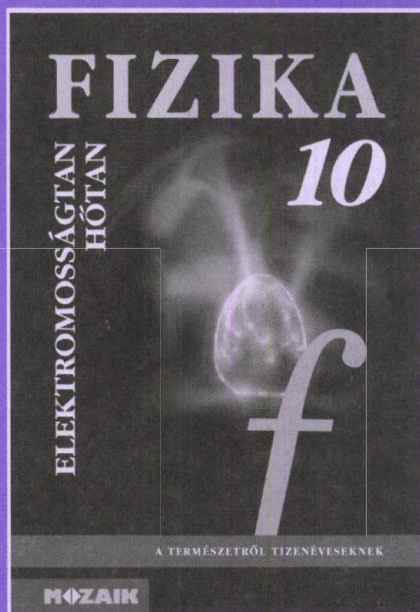
A TERMÉSZETRŐL TIZENÉVESEKNEK

A NÉPSZERŰ SOROZAT 2001-TŐL MÁR A KERETTANTERV SZERINT

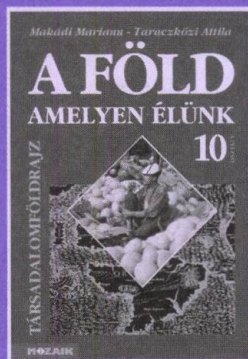
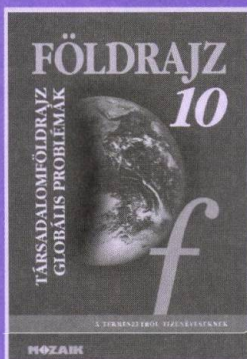
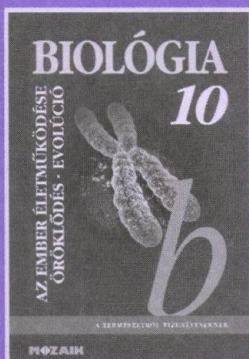
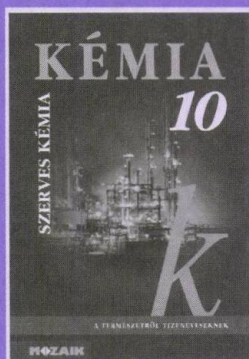
Hamarossan megjelennek
a tankönyvcsalád 6. és 10. osztályos
kerettantervi kötetei: a Természetismeret 6.,
Földrajz 10., Fizika 10., Kémia 10.
és a Biológia 10. tankönyvek.

A sorozat további tagjait a kerettanterv
bevezetésével párhuzamosan dolgozzuk át.

Az általános iskolai tankönyvekhez
munkafüzetek és tudásszintmérő feladatlapok
kapcsolódnak. A kerettantervhez igazodó
9. osztályos könyvek 2001-ben elnyerték
a Húndidac Oktatási, oktatástechnikai és
Képzési Kiállítás *Arany Díját*.



KERETTANTERVHEZ IGAZODÓ 10. OSZTÁLYOS KÖTETEK



MOZAIK KIADÓ

Levélcím: 6701 Szeged, Pf. 301.

Telefon: (62) 470-101, Fax: (62) 554-666

E-mail: kiado@mozaik.info.hu

MOZAIK KÖNYVESBOLT

1082 Budapest, VIII. Üllői út 70., Tel.: 31-42-612

www.mozaik.info.hu

MOZAIK
www.mozaik.info.hu

Az atomenergia helyzete
napjaink energiapolitikájában

(Sós Katalin – Lakatos Ferenc)

Töltésmérő és tartozékai
II. rész

(Simon László)

A fizika színre lép
– magyar szemmel

(Nagy Anett)

Lénárd Fülöp 1862-1947

(Szabó Tímea – Hadházy Tibor – Szabó Árpád)

X. ÉVFOLYAM 2002

4

A FIZIKA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Bonifert Domonkosné dr.
főiskolai docens

A szerkesztőbizottság:

Dr. Kövesdi Katalin
főiskolai docens

Dr. Molnár Miklós
egyetemi docens

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3/B
Tel.: (62) 470-101,
FAX: (62) 554-666

Kiadó:

MOZAIK Kiadó Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltán

Tördelőszerkesztő: Forró Lajos

Borítóterv: Deák Ferenc

Megrendelhető:

MOZAIK Kiadó Kft.

6701 Szeged, Pf. 301

Éves előfizetési díj: 1100 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:
Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent az Oktatási

Minisztérium támogatásával.

A Fizika Tanításában megjelenő
valamennyi cikket szerzői jog
védi. Másolásuk bármilyen
formában kizárólag a kiadó
előzetes írásbeli engedélyével
történhet.

ISSN 1216-6634

Készült

az Innovariant Kft.-ben, Szegeden
Felelős vezető: Drágán György

TARTALOM

Az atomenergia helyzete napjaink energiapolitikájában

Sós Katalin főiskolai adjunktus

Lakatos Ferenc szakvezető tanár

SZTE JGYTFK Fizika Tanszék

Töltésmérő és tartozékai II. rész

Simon László tanár, Túrkeve, Ványai A. Gimnázium

A fizika nagyszerű, mert egyszerű

Nagy Anett – Papp Katalin – Molnár Miklós

– Bohus János, Szegedi Tudományegyetem,

Kísérleti Fizikai Tanszék

A fizika színre lép – magyar szemmel

Nagy Anett, Szegedi Tudományegyetem,

Kísérleti Fizikai Tanszék

Lénárd Fülöp 1862-1947

Szabó Tímea, Ungvári Tudományegyetem,

Elméleti Fizika Tanszék

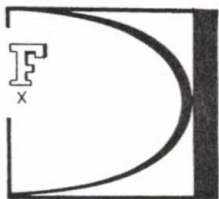
Hadházy Tibor, Szabó Árpád,

Nyíregyházi Főiskola Fizika Tanszék

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve (két példányban), floppy lemezen vagy e-mailen (kattila@mozaik.info.hu) küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 8-10 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés). A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézetek név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalom alfabetikus sorrendben készüljön. Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.



FÓKUSZ



Sós Katalin – Lakatos Ferenc

Az atomenergia helyzete napjaink energiapolitikájában

A világ egyik vezető gazdasági ereje az energiaszektor, amely manapság még döntően fosszilis alapanyagokat használ fel. Éppen ezért központjai a lelőhelyekkel rendelkező országokban vannak, amelyek így jelentős gazdasági befolyással rendelkeznek. A helyzet több problémát is felszínre hoz:

- A fosszilis energiahordozók köre viszonylag szűk, belátható időn belül kimerülnek a készletei.
- A lelőhelyek elhelyezkedése és a felhasználás helye nem esik egybe, így szükséges a környezetre igen veszélyes szállítás (elavult csővezetékek, tartályhajó-balesetek).
- A lelőhellyel rendelkező országok gazdasági befolyásukkal alakítják más országok gazdasági, politikai helyzetét (a kőolajár jelentős világpiaci hatása).
- A lelőhellyel rendelkező országok háborús veszélyt jelenthetnek más, konkurens államokra (lásd: Öbölháború).

A problémák miatt az energiafelhasználást tervezni kell, tekintettel a várható változásokra is. Természetesen hosszú távban kell gondolkodni, figyelembe véve a regionális és világpolitikai

helyzet változásait, a technológiai fejlődés várható menetét. A különböző energiatermelő módok környezeti hatásait is szem előtt kell tartani.

A tervezéskor nagy jelentőséggel bír az a tény, hogy az energiafogyasztás a világban átlagosan évi 5%-al nő, vagyis 15 évenként megkétszereződik. Természetesen az energiafogyasztás mértéke országonként igen különböző. Érdekes adat, hogy pl. a 70-es években azokban az országokban, ahol a világ lakosságának 72%-a élt, harmadannyi volt a fogyasztás, mint a 6%-nyi világlakosságot képviselő gazdagabb országokban. Az energiafogyasztás elsősorban egy ország fejlettségétől, gazdasági-földrajzi helyzetétől függ, de ezek a szempontok azt is meghatározzák, hogyan oszlik meg az energia az egyes ágazatokon (ipar, mezőgazdaság, szállítás) belül.

A társadalmi fejlődéssel fokozatosan nagyobb szerepet kap a kereskedelem, a komfortosabb életkörülmények, s ennek megfelelően ezek az energiafogyasztás egyre nagyobb hányadát adják. A vadászó társadalomban csak az élelemtermelés; a földművelő társadalmakban pedig az élelemtermelés és kb. azonos mértékben a háztartás-kereskedelem volt az energiafogyasztó. A középkorban már az ipar, a mezőgaz-

daság, sőt a szállítás is energiafogyasztó lett. 1985-ben az USA-ban az élelemtermelés már csak 4,3%-ban részesült a teljes energiafogyasztásból, míg pl. a szállítás-hírközlés területén ez az érték már 27,4%. Az Európai Unió energiapolitikáját az ún. *Fehér Könyv* tartalmazza, amely alapvető célként tűzi ki, hogy a versenyképességet, a biztonságos ellátást és a környezetvédelmet összeegyeztessék. A technológiai fejlődés elősegíti az energiahatékonyság javítását, az energiahordozókhoz való könnyebb hozzáférést, és a kisebb mértékű környezetszennyezést. Mivel az energetikai társaságok nem feltétlenül érdekeltek ezekben a kérdésekben, ösztönözni kell őket erre, valamint államilag is támogatni kell a kutatásokat és fejlesztéseket.

Az Európai Unió energiapolitikájának alakításában az energetikai fejlődés négy forgatókönyve játszik szerepet:

- *Hagyományos bölcsesség*: a legvalószínűbb változat, csökkenő ütemű gazdasági növekedéssel, kismértékű haladással, némely szociális és gazdasági probléma megmaradásával számol.
- *Csatamező*: jelentősebbé váló geopolitikai széttöredezettséggel, visszatérő protekcionizmussal, elszigetelődéssel számol.
- *Hipermarket*: felgyorsuló világgazdasági fejlődéssel, erőteljesebb liberalizmussal számol.
- *Fórum*: a globális problémák megoldásakor a nemzeti és nemzetközi szervezetek erőteljesebb összefogásával számol.

Ezek a forgatókönyvek, bár jelentősen eltérnek egyes részleteikben, alapvetően hasonlóan ítélik meg az egyes energiahordozók felhasználásának alakulását. Az összenergia-termelés tekintetében átlag évi 1,6-2%-os növekedéssel számolnak, a szén és kőolaj helyett a földgáz előretörését jósolják.

A kőolaj 2020-ig marad meghatározó a világ energia-felhasználásában, bár a jelenleg ismert készletek, a felhasználás jelenlegi szintjén

körülbelül 2045-ig elegendőek. Leggyorsabb ütemben a földgázfelhasználás nő, 2020 után várhatóan át is veszi a vezető szerepet a kőolajtól. A változás oka kettős: egyrészt a földgázvagyron kedvezőbb (a felhasználás jelenlegi szintjén körülbelül 65 évre elegendő a bizonyított földgázvagyron), másrészt a földgáz kevésbé környezetszennyező. A világ szénfelhasználása 2020-ig évente átlag 1,5%-kal bővül, így a szénkitermelés az 1990-es szint majd másfélszeresére nő. A megújuló energiaforrások felhasználása 2010 környékére az összes energiafelhasználás 10%-át is elérheti. A vízenergia kihasználtsága telítődni fog, mellette jelentős növekedést jósolnak a nap-, szél- és biomassza energiatermelésben.

A környezetvédelmi kérdések jelentősége elősegíti a tudományos és technológiai fejlődést. A fejlesztések hatására a termelési folyamatok fajlagos energiaigénye csökkenhet, emellett biztosíthatják a környezetkímélőbb energiaforrásokhoz való gazdaságosabb hozzáférést. Az atomenergia-felhasználás jövője jelentősen függ a tudományos-technológiai fejlődéstől, amely többek között az atomenergia iránti bizalom növekedésére is kedvezően hat.

Az energiatermelés fejlesztése több évtizedes folyamat, de a meghatározó döntéseket a politikusok hozzák, akik általában rövidebb távon gondolkodnak. *A fizikai realitással nem számoló politika hosszú távon katasztrófához vezethet!*

A világgazdaságnak hatékony, azaz nagy fajlagos energiával rendelkező energiaforrásokra van szüksége. Hatékonyság szempontjából a legelőnyösebb az atomenergia, utána jönnek a kémiai reakcióból származó energiák (olaj, gáz, szén), míg legkevésbé hatékonyak a mechanikai energiák (víz, szél, hullám...).

Jelenleg az energiafelhasználás nagy része fosszilis energiahordozók elégetéséből származik. Régóta ismert alapprobléma, hogy emiatt erősen növekszik a légkör CO₂ tartalma, éves növekménye 0,4%. Köztudott, hogy káros mi-volta az üvegházhatásban nyilvánul meg, amely

a globális felmelegedés okozója. A globális felmelegedés ma már sajnos nem a sci-fi kategóriája, hanem realitás. A Kormányközi felmérés a klímaváltozásról című jelentés szerint tudományosan megalapozott tény, hogy a Föld átlaghőmérséklete 1-3,5°C-kal emelkedik a következő évszázadban. Ennek közvetlen hatására a sarki jégtakarók részleges felolvadása miatt a tengerszint 50 cm-es emelkedése következik be. Egyes mélyen fekvő tengerparti településeket közvetlenül fenyeget a vízszintemelkedés (pl.: Banglades, Hollandia, Anglia, néhány Csendes- és Indiai-óceáni sziget). Ezen kívül a Föld éghajlatában – már ma is tapasztalható – jelentős változások következnek be, egyes helyeken megnő a napi középhőmérséklet, szárazságok lesznek, míg máshol áradások következnek be.

A szén-dioxid mellett jelentős károsító a metán, a nitrogénoxidok, klorfluorkarbonok,

amelyek hozzájárulnak az üvegházhatás kialakulásához, de jelentős szerepük van az ózonpajzs elvékonyodásában is. A fosszilis anyagok elégetésekor különböző oxidok is felszabadulnak (SO_x , NO_x), amelyek a levegővel belelegezve közvetlenül a légzőszervek megbetegedéseit (allergia, asztma, rák...) okozzák. A légköri párában oldódva egyes oxidok savasesőként viselkednek a felszínre, szennyezve a tavakat, erdőket, mezőgazdasági területeket, korrodálva az építményeket, járműveket.

A legszennyezőbb üzemek a szénerőművek. Egy átlagos szénerőmű évente tizenegymillió tonna CO_2 -t, többmillió tonna hamut, ötszáz ezer tonna gipszet, tizenhatezer tonna SO_2 -t, huszonkilencezer tonna salakot, ezer tonna port, kisebb mennyiségben káliumot, kalciumot, arzént, titániumot bocsát ki. Az elégetett szén több tíz tonna uránt is tartalmaz, amelynek nagy részét a szűrők megfogják, de egy része a füsttel együtt elszökik. Így tehát egy szénerőműnek is van radioaktív kibocsátása, amely ráadásul gáz halmazállapotú, így közvetlenül a légzőszervekbe jutva okozhat komoly elváltozásokat.

Adódik a kérdés: hogyan lehetne csökkenteni a kibocsátást? Kézenfekvő megoldás a fosszilis tüzelőanyagok felhasználásának csökkentése. Ennek elérése érdekében vagy az energiafelhasználást kell csökkenteni, vagy ki kell váltani a fosszilis energiahordozókat valamilyen tisztább energiaforrással. Az energiafelhasználás csökkentése *hatékonyság-növeléssel* érhető el a technológia oldaláról; míg gazdaságilag is megfogható a kérdés az úgynevezett *energia-adók* bevezetésével. A fosszilis energiahordozók kiváltásánál ígéretesek lehetnek a megújuló energiaforrások (víz, szél, nap,...), ezeknél problémát okoz földrajzi behatároltságuk (pl.: vízi erőmű Egyiptomban...), valamint alacsony hatékonyságuk (egy szénerőmű kiváltása több ezer szélkerékkel lehetséges...).

Lehetséges út még atomerőművek létesítése, amelyek ma már a világ energiaszükségletének egyötödét adják. Nyugat-Európa energiaszükségletének ~50%-át biztosítják atomerőművek (Franciaországban ~80%, Németországban ~32%, Nagy Britanniában ~28%, Magyarországon ~40% ez az érték). 1988-ban pl. a nyugat-európai termelés 1866 mrd kWh volt, amely energiá-mennyiséget 600 millió tonna olaj, vagy 900 millió tonna szén elégetésével lehetett volna előállítani. Így 3000 millió tonna szén-dioxid kibocsátást takarították meg azzal, hogy atomerőművet használtak.

A globális felmelegedés elleni harc legjobb eszköze új, biztonságosabb, hatékonyabb atomerőművek építése lenne. Statisztikai elemzések alapján elmondható, hogy a nukleáris erőművek a legbiztonságosabbak. Az atomerőművek radioaktív környezeti terhelése alacsonyabb, mint a szénerőműveké, légszennyezése gyakorlatilag nem létezik. A radioaktív hulladékok feldolgozása, elhelyezése mára megoldott probléma. Minden költségét beleszámolva is a legolcsóbb, ráadásul a leghatékonyabb elektromos energia előállítási módszer az atomenergia-felhasználás.

Ahhoz, hogy századunk közepéig stabilizálódjon a CO_2 kibocsátás, 2000 hőerőművet kel-

lene kiváltani 40 év alatt. Ehhez világszerte minden héten 4000 szélkereket kellene telepíteni, vagy hetente 10 km²-nyi sivatagi területet nap-elemekkel befedni, és azokat tisztán tartani.

Minden ésszerű érv ellenére az atomerőművek száma csökkenni fog, ha újakat nem építenek. A társadalom számára is elfogadhatónak látszik a jelenleg fejlesztés alatt álló hulladék-transzmutációs erőművek építése. Ezek egy jól kézbentartható folyamat során úgy semmisítik meg a radioaktív hulladékokat, hogy közben energiát termelnek.

Sürgyet bennünket az idő, hogy komolyan elgondolkodjunk a megoldás lehetőségeiről. A globális felmelegedés már valóság, a légszennyezésből származó egészségügyi problémák igen jelentősek, a rendelkezésre álló

energiaforrásaink pedig szűkösek: az olaj még ~45, a földgáz ~60, míg a szén 200 évre elegendő – a felhasználás jelenlegi ütemét tekintve.

Már most kellene tervezni a kiváltó üzemeket, amelyek a növekvő igényeket olcsóbban, gazdaságosabban, környezet-kímélőbben tudják kielégíteni. Ennek a problémakörnek a rendezése igen fontos és sürgető feladat.

Irodalom

- [1] Szergényi István: Gondolatok az európai energiapolitikáról (Fizikai Szemle 1999/9)
- [2] Peter E. Hodgson: Globális felmelegedés és atomenergia (Fizikai Szemle 1999/6)
- [3] Sztüríkovics Spilrajn: Az energetika problémái és távlatai (Műszaki Kiadó 1994)

Simon László

Töltésmérő és tartozékai II. rész

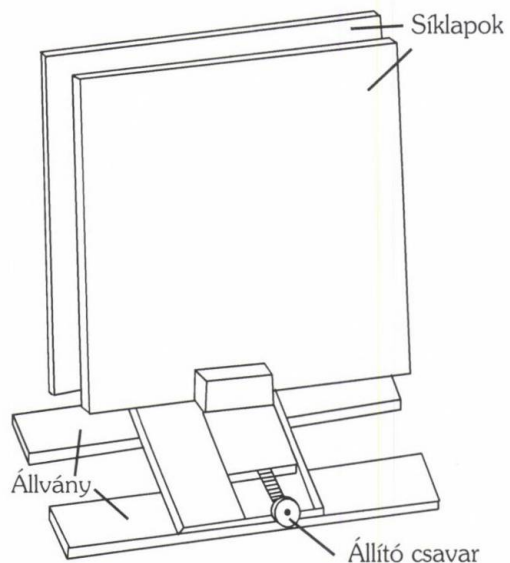
Töltés- és feszültségmérés egy síkkondenzátor lemezein

A síkkondenzátor tulajdonságainak vizsgálata céljából az iskola laboratóriumában és műhelyében elkészítettünk egy változtatható kapacitású síkkondenzátort (8. ábra).

Egy 5 mm vastagságú alumínium lemezből kivágtunk két darab 12,5 cm × 12,5 cm nagyságú négyzetlapot. Ez lett a lapkondenzátor két fegyverzete. A két lemez közül az egyiket fixen, a másikat mozgathatóan egy plexi-lemezre rögzítettük. A párhuzamos mozgatót egy horonyban mozgatható sínrel oldottuk meg. Az előre-hátra mozgatót egy 0,5 mm menetemelkedésű csavar biztosította. Ha a lemezek távolsága 1 mm ($d = 1 \text{ mm}$), a

$$C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

összefüggéssel számolva a síkkondenzátor kapacitása $C = 138 \text{ pF}$.



8. ábra
Változtatható kapacitású síkkondenzátor

Mérésünk alapján $Q = (2,8 \pm 0,19) \text{ C}$, így a kapacitás: $C = 140 \text{ pF} \pm 6.8\%$.

A síkkondenzátor kapacitásváltozása a lemezek távolságának függvényében

A nagyfeszültségű tápegységből állandó feszültség ($U = 1800 \text{ V}$) mellett Q töltést vittünk a kondenzátor egyik fegyverzetére. A definíció értelmében:

$$C = \frac{1}{U} Q = K \cdot Q, \text{ ahol } K = \text{állandó},$$
$$\text{de } C = \epsilon_0 \cdot A \frac{1}{d} = k \frac{1}{d} \quad k = \text{állandó}$$

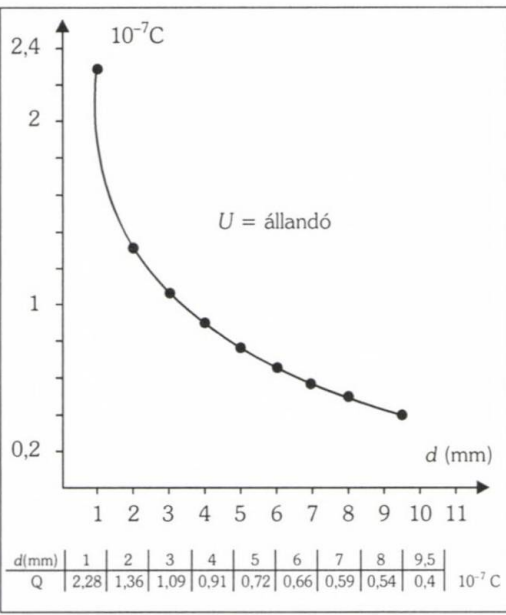
következik, hogy

$$\frac{k}{K} = Q \cdot d = \epsilon_0 \cdot A \cdot U = \text{állandó},$$

ahol A és U adataiból számolva

$$\frac{k}{K} = 2,6 \cdot 10^{-10} \text{ C} \cdot \text{m}.$$

Q és d méréséből (9. ábra) a



9. ábra
A síkkondenzátor töltésváltozása a lemezek távolságának függvényében

$\frac{k}{K} = 3,52 \cdot 10^{-10} \text{ C} \cdot \text{m}.$
A fentiekből az is következik, hogy $C d = \epsilon_0 A =$ állandó. Az A értékét felhasználva $C d = 1,38 \cdot 10^{-13} \text{ F m}.$ A $\frac{Q}{U}$ mérése alapján az $\epsilon_0 A = 2 \cdot 10^{-13} \text{ F m}.$

A 10. ábrán a kapacitás változása látható a fegyverzetek távolságának függvényében. A kapacitás a távolság reciprokéval egyenes arányban változik (11 ábra).

A síkkondenzátor töltésének megváltozása dielektrikum hatására

2000 V feszültségen töltést juttattunk a síkkondenzátor lemezeire. Ezt két ízben tehetjük meg, levegő (vákum) szigetelés és valamilyen dielektrikum (üveg) behelyezése után. Azonos geometriai méretek felírhatjuk:

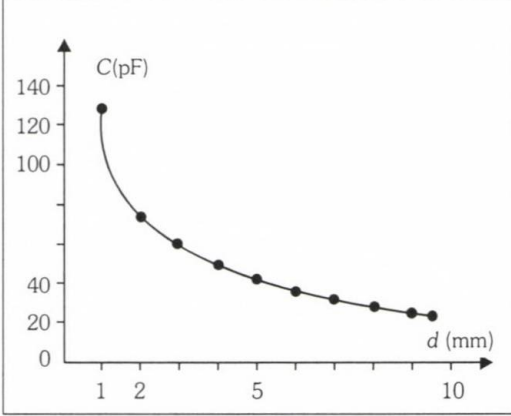
$$Q_0 = C_0 U_0 \text{ és } Q_1 = C_1 U_0.$$

Képezzük:

$$\frac{Q_1}{Q_0} = \frac{C_1}{C_0} = \epsilon_r$$

a relatív dielektromos állandót kapjuk, így a mérést töltésmérésre vezettük vissza.

A 3. táblázat az üveg relatív dielektromos állandójának mérésekor készült. A mérésből azt



10. ábra
A kondenzátor kapacitása a távolság függvényében

a következtetést vonhatjuk le, hogy mivel a mérés során a fegyverzetek között mindkét esetben állandó a térerősség,

$$E = \frac{U_0}{d}.$$

A levegő dielektromos állandójának mérése

Az előző összefüggések alapján a dielektromos állandó

$$\varepsilon_0 = \frac{Cd}{A}$$

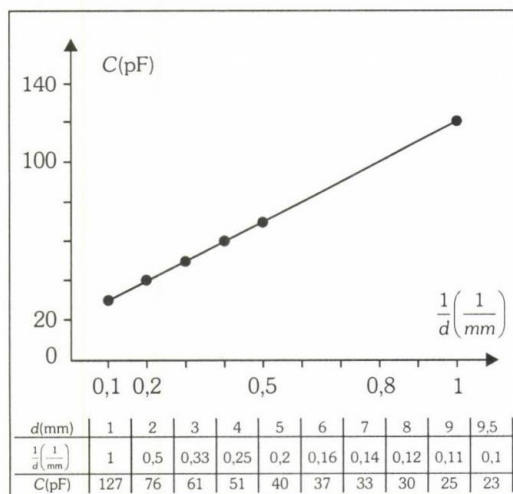
összefüggésből meghatározható. Az egyenletet állandó feszültség mellett két kapacitásra felírva, majd az egyenletek különbségét véve:

$$\varepsilon_0 = \frac{(C_1 - C_2)}{A \left(\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2} \right)} = \frac{(Q_1 - Q_2)}{AU \left(\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2} \right)}$$

Ennek alapján a levegő dielektromos állandóját töltés- és távolságméréssel meghatározhatjuk.

Mérésünk és számításunk alapján:

$$\varepsilon_0 = (8,39 \pm 2,96) \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}.$$



11. ábra

A kondenzátor kapacitásának változása a lemez távolság reciprokéjaként függvényében

Kondenzátor kisülése ellenálláson keresztül

Az U feszültségre feltöltött C kapacitású kondenzátort egy R ellenálláson keresztül zárjuk. A soros RC áramkörre a huroktörvény szerint felírhatjuk: $IR + U = 0$, ahol U a kondenzátor pillanatnyi feszültsége és I az R ellenálláson átfolyó áramerősség. Az előző egyenletet másképpen felírva:

$$\frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{C} = 0$$

Az egyenletet átrendezve

$$\frac{dQ}{Q} = -\frac{dt}{RC}$$

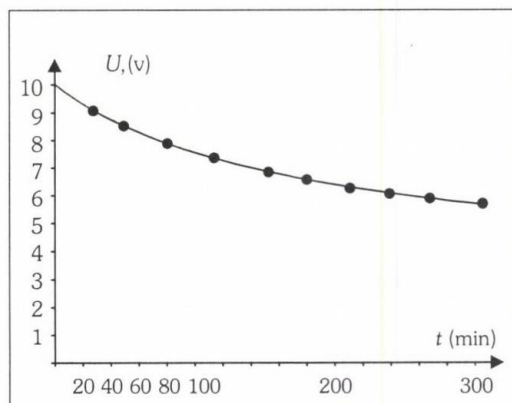
alakot kapjuk. Integrálás után a kezdeti feltételek $-t = 0$ -kor $Q = Q_0$, $U = U_0$ figyelembe vételével kapjuk

$$Q = Q_0 e^{-\frac{t}{RC}} \quad \text{vagy} \quad U = U_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

Mérve, illetve ismerve az U_0 és U feszültségértékeket valamint az eltelt időt, akkor a C kapacitást kisütő R ellenállás az:

$$R = \frac{t}{C \ln \frac{U_0}{U}}$$

képlet felhasználásával ohmban megkapható.



12. ábra

A kondenzátor feszültsége az idő függvényében

A fenti összefüggések figyelembe vételével a töltésmérő (feszültségmérő) belső ellenállása is meghatározható. Válasszuk a töltésmérő C kapacitását 100 nF -nak és kapcsoljunk rá 10 V feszültséget. A telep kikapcsolása pillanatában nyomjuk meg a stopper indítógombját. Ezután a töltésmérő az U pillanatnyi értékét mutatja. Az egymáshoz tartozó t és U értékek-

ből a belső ellenállás meghatározható. A 4. táblázat és a 12. ábra egy méréssorozat eredményét mutatja be. A grafikon alapján belátható, hogy a kondenzátor feszültsége időben exponenciálisan csökken. Az U_0 értéke a $t_f = RC \ln 2$ szekundum múlva felére csökken ($t_f = 5,6\text{ h}$). A töltésmérő belső ellenállása $R_b = 2,4 \cdot 10^{11}\text{ }\Omega$ -ra adódott.

Mérések száma	Q_1 $\cdot 10^{-7}\text{ C}$	Q_2 $\cdot 10^{-7}\text{ C}$	$\epsilon_r = \frac{Q_2}{Q_1}$	$\Delta\epsilon_r$
1.	0,9	3,6	4	0,19
2.	0,89	3,72	4,17	0,02
3.	0,79	3,57	4,5	0,31
4.	0,95	3,62	4,58	0,39
5.	1,00	3,7	3,7	0,49
Átlag:			4,19	0,28

3. táblázat
Az üveg relatív dielektromos állandója
A dielektrikum vastagsága: 4 mm

$U_c(\text{V})$	$t(\text{min.})$	$\frac{U_0}{U_c}$	$\ln\left(\frac{U_0}{U_c}\right)$	$R = \frac{1}{C \ln \frac{U_0}{U_c}} (\Omega)$	$\Delta R(\Omega)$
9,94	1	1,006	0,006	0,997	1,3
9,88	2	1,012	0,012	1,00	1,3
9,85	3	1,015	0,015	1,19	1,1
9,56	13	1,046	0,045	1,73	0,57
9,18	30	1,089	0,085	2,1	0,2
8,77	50	1,140	0,131	2,28	0,02
8,36	60	1,196	0,178	2,0	0,3
7,80	80	1,28	0,282	2,4	0,1
7,54	115	1,36	0,307	1,9	0,4
6,62	180	1,51	0,412	2,6	0,3
6,29	210	1,589	0,463	2,7	0,4
5,90	240	1,694	0,527	2,7	0,4
5,75	270	1,739	0,553	2,9	0,6
5,37	315	1,8622	0,621	3,0	0,7
5,06	355	1,976	0,681	3,1	0,8
4,84	390	2,066	0,725	3,2	0,9
4,72	440	0,750	0,750	3,5	1,2

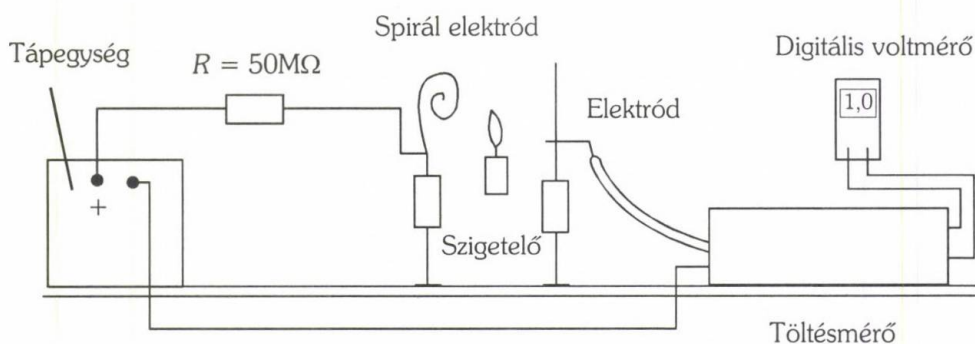
4. táblázat
Kondenzátor kisülése ellenálláson keresztül
(Az R értékei 10^{11} szorozva értendőek)
 $U_0 = 10\text{ V}$, $C = 10^{-7}\text{ F}$



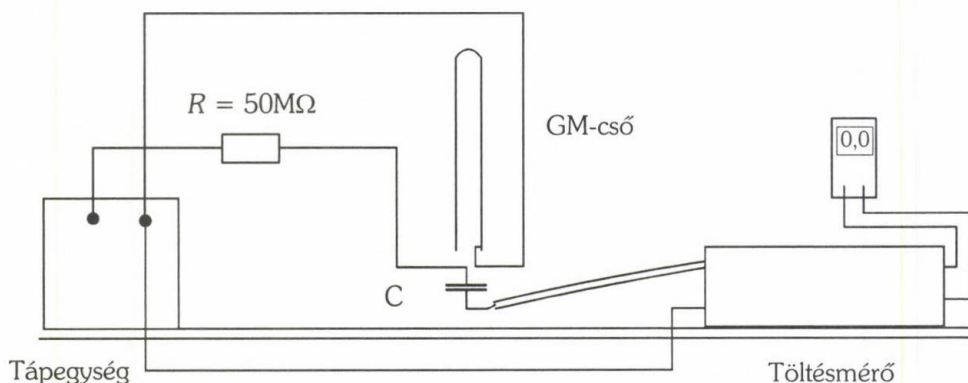
13. ábra
Eszköz a töltéssűrűség méréséhez

A felületi töltéssűrűség mérése különböző görbületi helyekkel rendelkező, töltött vezető felületén

A szertárban fellelhető anyagokból elkészítettük a 13. ábrán látható egyszerű eszközt, amely tartalmazott homorú felületet, hengerfelületet, kúpfelületet és csúcsot. Rákapcsoltuk az eszközt a nagyfeszültségű tápegység pozitív pólusára és a különböző alakú felületekről próbagolyóval töltést vettünk le, majd a töltésmérővel megmértük a töltés nagyságát. Mérésünkéből levonhatjuk a következtetést:



14. ábra
A gázok elektromos vezetése



15. ábra
GM-cső csatlakozása a töltésmérőhöz

Különböző geometriájú helyen az egységnyi felületre eső töltés, illetve töltéssűrűség más és más. (A töltésmérő a legnagyobb töltést a legnagyobb görbületű mérte.)

Mivel a felületi töltéssűrűség a térerősséggel egyenesen arányos ($\delta = E\epsilon_0$), nagyobb töltéssűrűségű helyen nagyobb a térerősség is.

A gázok (levegő) elektromos vezetésének bemutatása

A mint azt tudjuk, a gázok (levegő) normál körülmények között semleges molekulákból állnak. Abban az esetben, ha a gáztérbe töltéshordozókat viszünk (pl. égő gyufát), vezetővé válik. A kísérleti összeállítást a 14. ábrán mutatjuk be. Elektrodaként két fémlemez használtunk. A töltésmérő nullázása után a láng hatására a töltésmérő egyre nagyobb pozitív töltésnövekedést jelez. Az effektus megszüntetése után az ionok rekombinálnak, a töltésnövekedés megszűnik. Az iontermelés függ a feszültségtől, az elektrodák geometriájától, valamint a hőmérséklettől.

Elektronok kilépése a cinklemezből

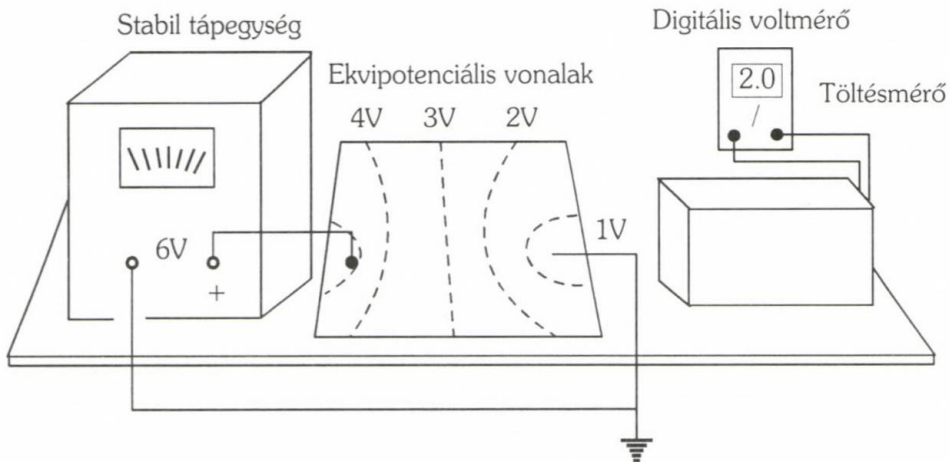
A foto-effektus bemutatásáról van szó. Az összeállítás a 14. ábrán látható, csak az első elektródot (szita vagy spirál) elektródra, a második elektródot cinklemezre cseréltük ki. (A szitaelektródot az edényboltban vásárolt kisméretű szitából szedtük ki.) A szitaelektród összegyűjti az ultraibolya sugarak hatására kilépő elektronokat, a cinklemez pozitív töltését igazolja a töltésmérő kijelzője.

GM-csőes mérés

A helyes munkapontra beállított GM-csövet nagyohmos munkaellenálláson kapcsoljuk az anódszálla. (15. ábra). A C kapacitáson keresztül minden sugár beérkezésekor a tüimpulzus töltést juttat a töltésmérőbe.

Elektromos mező ekvipotenciális vonalai gyengén vezető folyadékban

Ét pontoszerű töltés potenciálja geometriailag ekvipotenciális felületekkel szemléltethető. Ezek olyan képzeletbeli felületek (vona-



16. ábra

A sík ekvipotenciális vonalainak mérése

lak), amelyeknek minden pontjában ugyanaz a potenciál értéke. MESSZÜK ezeket a felületeket a töltéseken áthaladó síkkal, így ekvipotenciális vonalsereget kapunk.

A kísérlet elve az, hogy egy gyengén vezető folyadék belsejében egy adott felületen áthaladó töltések a felület mentén nem egyenletesen oszlanak el. A töltések eloszlását a töltésekre ható erő, a térerősség határozza meg. Az állandó töltéshordozó-mozgást a vizsgált felület adott két pontjában elhelyezett elektródák állandó feszültségkülönbsége biztosítja.

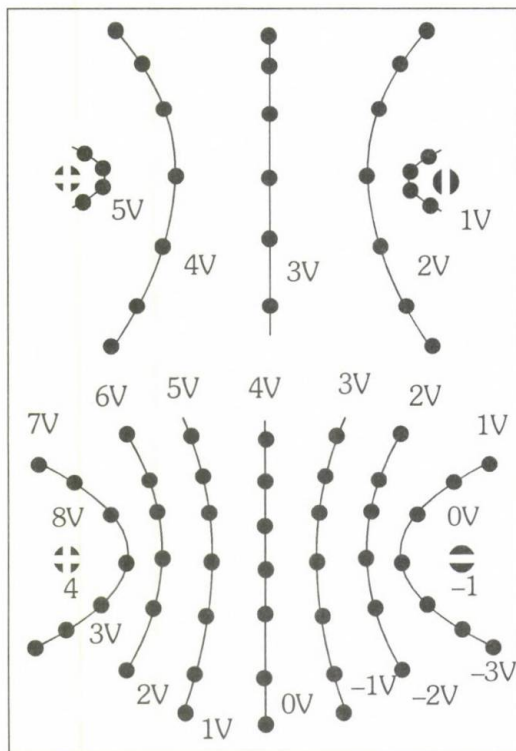
Kísérleti összeállításunkban olyan mérési lehetőséget teremtettünk (a töltésmérő felhasználásával), amely módot ad a sík azonos potenciálú pontjainak kimérésére, meghatározására. Az így talált pontokat összekötve a sík ekvipotenciális görbéit kapjuk.

A kísérlet összeállítását a 16. ábrán láthatjuk. Enyhén sós oldatba (pl. NH_4Cl) itatóspapírt már-

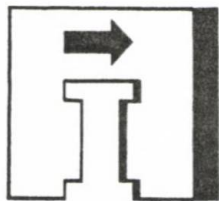
tottunk, majd jól kicsepegtettük. Ezután furatokkal ellátott (kb. $11 \times 12,5 \text{ cm}^2$ területű) plexi lapra helyeztük. A furatok az elektródákat hordozzák és ezekre az elektródákra 6-10 V-os feszültségforrást kapcsolunk. A töltésmérővel (most feszültséget mérünk) megkeressük a sík azonos potenciálú pontjait, vagyis a koaxkábel végével végigtapogatjuk a nedves papírlapot. Amikor megtaláltuk, ceruzával megjelöljük és újabb pontokat keresünk. A mérést, hogy a vezetőképesség ne változzon, az itatóspapír megszáradásáig be kell fejezni. Különböző geometriájú elektródákkal is elvégeztük a mérést, a tapasztalatainkat és következtetéseinket az alábbiakban foglaljuk össze:

1. Igazolni láttuk, hogy az elektromos erővonalak merőlegesek az ekvipotenciális görbékre.
2. Ahol a térerősség nagy, ott az ekvipotenciális görbék sűrűn helyezkednek el.
3. Az ekvipotenciális görbék mindig zártak.
4. Az elektródák közelében az ekvipotenciális vonalak sűrűbben helyezkednek el.
5. Amint a térerősség és a potenciál, úgy az ekvipotenciális vonalak is az elektródák alakjától függenek.
6. Az ionok sebességvektora megegyezik a térerősség vektorirányával.
7. Homogén térbe helyezett fémkarika megváltoztatja a teret, a görbék alakját és a térerősséget.
8. Modellezhetjük a két, egymás közelében lévő, egyenlő nagyságú, ellentétes előjelű töltések által létrehozott elektromos mezőt. Amennyiben nullpotenciálú felületnek választjuk a két pontszerű töltés távolságának felezési síkjához tartozó egyenest, akkor jobbra-balra pozitív, illetve negatív potenciálú görbesereget kapunk (17. ábra)

A felsoroltakon kívül még több demonstrációs és mérőkísérlet is elvégezhető a töltésmérővel. Egy ilyen mérőműszer nagy érték lehet a fizikaszertárban.



17. ábra
Elektromos mező modellezése



IMPULZUS

Nagy Anett – Papp Katalin – Molnár Miklós – Bohus János

A fizika nagyszerű, mert egyszerű

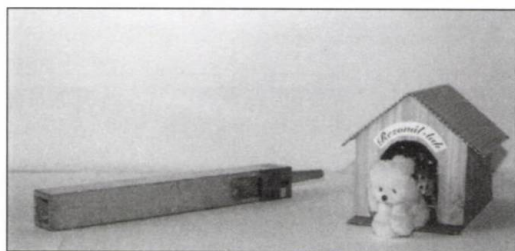
A Physics on Stage – A fizika színre lép rendezvényen a konferencia felhívásának megfelelően olyan kísérleti eszközöket mutattunk be, melyek reményeink szerint alkalmasak arra, hogy felkeltsék a diákok érdeklődését a természettudományok iránt. Ezeket a kísérleteket a szükséges eszközök és a jelenségek alapján három csoportba oszthatjuk.

Az első csoportba két olyan kísérlet tartozik, melyek segítségével a múltba utazhatunk és két, hazánkon kívül is ismert magyar tudós tanár,

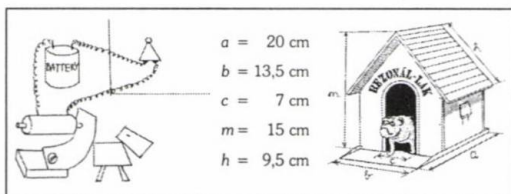
Oveges József és Vermes Miklós emlékének tisztelgünk (Heki kutya, „Vezet a fizika”). A második csoportba olyan eszközök kerültek, melyek a modern technikát alkalmazzák (LED, lézer ceruza, szenzorok). A kísérletek utolsó csoportja olyan kísérleteket tartalmaz, melyekhez csak egyszerű, a mindennapi életben is megtalálható eszközök kellenek.

Egy kis múltidézés

Heki és a Rezonál-lak



1. ábra
Heki és a Rezonál-lak



2-3. ábra
A Rezonál-lak belül és kívül

A papírból készült házikóban egy olyan áramkör található, melyben egy zsebtelep áramát elektromágnesbe vezetjük, ezzel az magához vonzva tart egy laprugót, amelyhez közel helyeztük el Heki kutyát (1. ábra). Az áramkör a ház kartonból készült falán záródik egy háromszög alakú (alapja 2 cm, magassága 3 cm), egyik csúcsában felfüggesztett lemez segítségével, mely a ház falához simulva összeköttetést teremt a ház falán található két fémgomb, az áramkör két pontja között (2. és 3. ábra). A két fémgombot ezen kívül összeköttöttük egy 47 nF-os kondenzátorral, azért, hogy az érintkezők ne égjenek össze. Azt tapasztaltuk ugyanis, hogy az áramkör megszakításakor kondenzátor nélkül az érintkezők szikráztak.

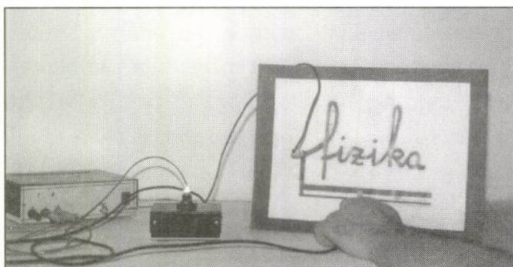
Ha elkialtjuk magunkat, a ház papír fala a hanghullámok következtében megrezdül, így a könnyű lemezke is egy rövid időre kilendül, nem érintve így a fémgombokat és ezzel megszakítva az áramkört. Ebben a pillanatban az elektromágnes elveszti mágneses tulajdonságát, nem vonzza többé magához a laprugót, ennek következtében a rugó kilöki Heki kutyát, vagy bármilyen más elé helyezett tárgyat.

A jelenség újbóli előidézéséhez csak az elektromágneshez kell nyomnunk a laprugót, és ha az áramkör zárva van, vagyis a fémlemezke hozzásimul az érintkezőkhöz, akkor a laprugóhoz közel tett Heki kutya újra kiugrik majd a házból, ha a nevét vagy például a „Macska” kiáltást hallja.

A ház egy másik megvalósításában a két fémgomb és a háromszög alakú lemez helyett két rézdrót és egy a tetőről cérnaszálon lelógó rézamulett szolgál kapcsolóként. A levegőben terjedő hanghullámok hatására az amulett egy kicsit elmozdul, az áramkör megszakad, az elektromágnes elengedi a laprugót, az pedig kilöki Heki kutyát a nézők (tanulók) legnagyobb örömére.

„Grafitos fizika”

Az ellenállás hosszától, keresztmetszettől való függését bemutató eszközt építhetünk egy egyszerű egyenáramú erősítő és egy grafiteruzával rajzolt felirat felhasználásával. Ha a felirat a „fizika” szó, akkor azt is megmutathatjuk hogy a „fizika vezet”.



4. ábra
A „grafitos fizika”

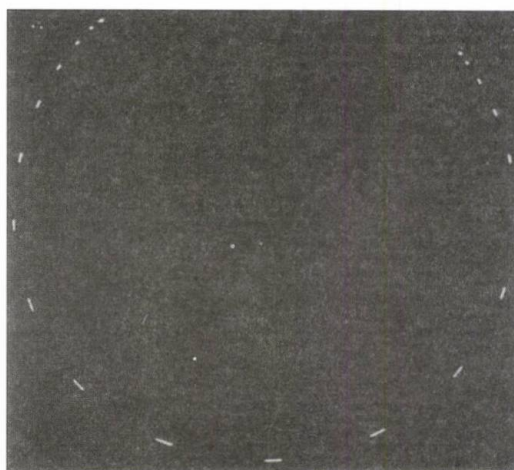
A feliratot felvittük egy A4-es rajzlapra grafiteruzával úgy, hogy elektromos szakadás ne legyen benne. Ez elég hosszadalmas munka, mivel kellő vastagságú grafitréteg kell ahhoz, hogy megfelelően kicsi legyen az elektromos ellenállása. A fizika feliraton kívül még két, egy szélesebb és egy keskenyebb vezetőcsíkot is kiszíneztünk grafitfittal. Így egy olyan vezetőt kaptunk, amelynek két legtávolabbi pontja között az ellenállás kb. 2 Mohm és lehetőség nyílik nemcsak a vezető hosszától való függés, hanem az azonos hosszúság melletti keresztmetszettől való függés bemutatására is. Erre a vezetőre 5 V-os feszültséget kapcsolunk és a rajta folyó kis áramot egy erősítőn keresztül egy izzóval detektáljuk.

Az elrendezésről készült fényképen látható (4. ábra), hogy a körbe kapcsolt 6 V-os izzó fényességének változása jelzi a körben a grafit vezető ellenállás-változását.

A modern technika alkalmazása

Egyszerű mozgások (egyenes vonalú-, kör- és rezgőmozgás) nyomképének felvétele

A vizsgált mozgást végző testre kisméretű világító diódát, LED-et erősítsünk. A LED-et impulzusgenerátorról működtessük, amelyet úgy tervezünk meg, hogy az előállított négy-



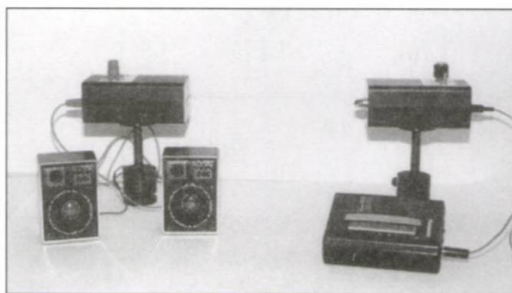
5. ábra
Egy körmozgás nyomképe

szögjel frekvenciája és a kitöltési tényező változtatható legyen, így változtatni tudjuk a LED fényfelvillanásai közötti t időt, valamint azt az időtartamot is, ameddig a LED két impulzus között világít. Ezek után elsötétített szobában nyitott rekeszű fényképezőgéppel fényképezzük le a testtel együtt mozgó LED-et. A film előhívása után a filmkockán megkapjuk a mozgás nyomképét. Az 5. ábra egy rúdingán levő testre erősített LED-del felvett nyomképet mutat. Jól látható, hogy a test adott pontja körív mentén mozog, az ívdarabok egymástól mért távolsága és a hosszuk is változik. Mivel az ívdarabok egyenlő időközönként követik egymást, a távolságok változásából arra következtethetünk, hogy a mozgás nem egyenletes. Az ívdarabok hossza az impulzushosszal és az időintervallumhoz tartozó átlagsebességgel arányos: nagyobb ívhosszhoz nagyobb sebesség rendelhető.

Ezzel az eljárással felvehetők az egyenes vonalú egyenletes-, az egyenes vonalú gyorsuló-, a kör- és a harmonikus rezgőmozgás nyomképei. A nyomképfelvételt maguk a tanulók is elvégezhetik, költséges eszközre, különleges eljárásra lényegében nincs szükség.

Hangfrekvenciás jelátvitel lézerdíódával

A könnyen és olcsón beszerezhető lézerceruza segítségével olyan készüléket építhetünk, melynek segítségével hangot továbbíthatunk akár több száz méter távolságra is. A 6. ábrán látható készülék két fő része a képen jobb



6. ábra

Hangfrekvenciás jelátvitel lézerdíódával

oldalon látható lézer-„ceruzás” adó, és a bal oldalon levő vevő a hangszórókkal.

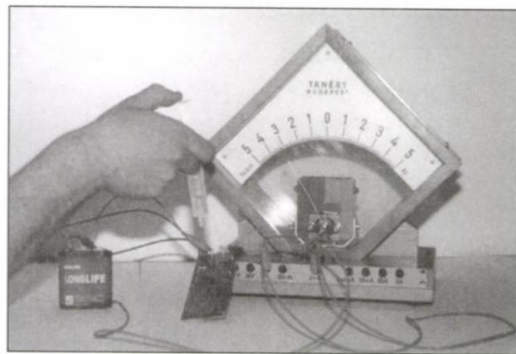
Az adó elkészítéséhez a lézerceruza tápfeszültségét kell modulálni a hangfrekvenciás jellel, amely származhat pl. egy sétálómagnóból (walkman), de lehet akár egy dinamikus mikrofon jele is. Az adó bemenetére kell rácsatlakoztatni a sétálómagnetofon kimeneti jelét (a fejhallgató kimenetét). Az amplitúdómoduláció előállításához a lézerceruzát 3 V-os tápfeszültséggel elő kell feszíteni.

A vevő rész elkészítéséhez egy megfelelő érzékenyséű fotótranszistorra van szükségünk. A megjelenő jel nagyságát potenciométerrel szabályozhatjuk. A végerősítő-fokozat egy közönséges integrált áramkörből áll, melynek kimenetére kössünk 4-8 ohmos hangszórót.

Az adót és a vevőt szembefordítjuk egymással és bekapcsolás után finoman „ráállunk” a vevővel az adó lézersugarára és így meglepően nagy távolságra is tudunk tisztán és jó minőségben zenét, vagy más hangfrekvenciás jelet átvinni. Ha rendelkezünk üvegszál-optikával, akkor az optikai kábelt a vevő és az adó közé helyezve a fénytávokzlás elve is egyszerűen demonstrálható.

Esőérzékelő I.

Tv reklámokban láthatunk olyan új típusú személygépkocsikat, amelyek ablaktörlője automatikusan bekapcsol, ha a szélvédőre víz csapódik.



7. ábra

Esőérzékelő I.

A vezető cégek ipari titkait nem leshettük meg, mégis egy egyszerűen megépíthető készülékkel modellezhetjük az esőérzékelőt (7. ábra). Tudjuk, hogy a víz, ha kis mértékben is, de vezet az elektromos áramot. Ezt kihasználva egy érzékeny műszerrel detektálhatjuk a fémes vezetőkre került vizet.

A detektorunk egy nyomtatott áramkört lapra épített tranzisztoros kapcsolás. A két érintkező üvegszálazás áramkört lapon kialakított 8-10 cm hosszú, 1-2 mm széles, egymástól 1-2 mm-re elhelyezkedő vezetőcsíkok, amelyek fűsűrűen fonódnak egymásba. Ez a jel egy Darlington kapcsolású erősítőfokozatra kerül (8. ábra), amelynek működése a következő: ha az érzékelők között nincs víz, akkor az elektromos áram nem elegendő ahhoz, hogy a világító dióda kinyisson. Ha az érintkezők közé víz kerül, akkor a tranzisztorokon már jelentősebb az áram és a LED világít. Az áramkörti elemek megválasztásánál figyelembe vettük, hogy az erősítőt 5 V-os tápfeszültségre méreteztük. (Megjegyzés: a prototípus áramfelvétele 15 mA volt, 4,5 V-os zseblepről.) Az érintkezőket elhelyezhetjük például a szélvédő közelében, vagy vékony, átlátszó fémréteg formájában magára az ablaküvegre is felhordhatóak.

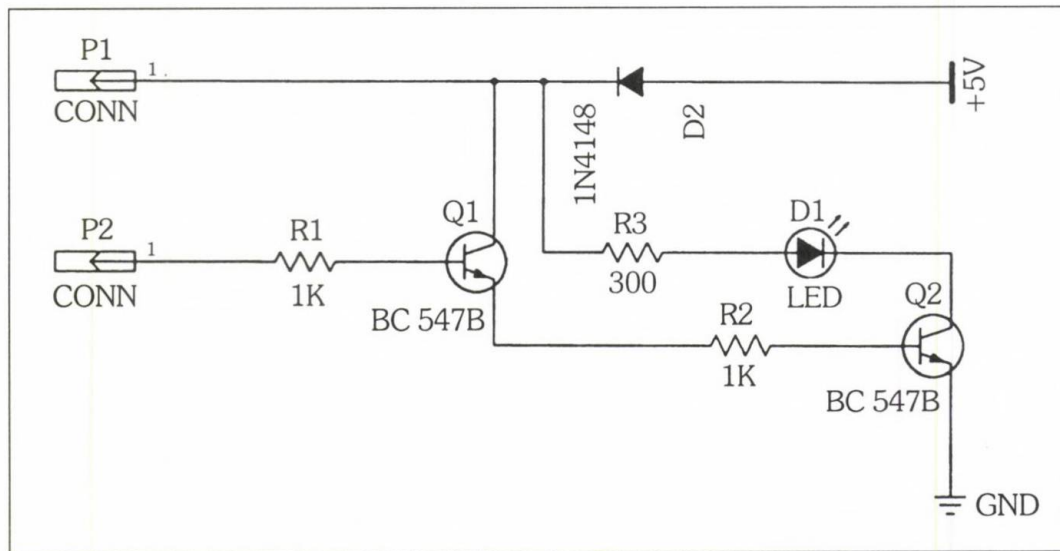
Ez az egyszerű, akár hobbi szinten is elkészíthető kis kapcsolás olyan érzékeny, hogy a tenyerünkről lecsapódó nedvességet is detektálja. Jó eszköz a folyadékok elektromos vezetésének a vizsgálatára is, amelyet az elektronika iránt érdeklődő, kísérletezni szerető középiskolások vagy vállalkozó kedvű fizikatanárok is könnyen utánépíthetnek.

Esőérzékelő II.

A fénytörés törvényét kihasználva is készíthetünk esőérzékelőt. Szükség van hozzá egy lézeres mutatóra, egy félhenger alakú prizmára, egy fotodiódára és egy optikai sínre, amely ezeket az alkatrészeket hordozza (9. ábra).

A beállítás után a lézervény olyan szög alatt esik a félhenger lapjára, hogy ott teljes visszaverődést szenved. Ez a nagy intenzitású fénysugár a fénydiódára jut és ezért azon kb. 550 mV feszültséget mérünk. A fényt jól láthatóvá tehető, ha közvetlenül a lézer után a fénysugarat vízszintesen szétterítjük, pl. ha a fény útjába függőlegesen egy üvegbotot helyezünk.

Ha a félhenger felső lapjára víz kerül, akkor a fény útja megváltozik, mert nem szenved töb-



8. ábra
Az esőérzékelő kapcsolási rajza

bé teljes reflexiót és így nem világítja meg diódát. A mérhető feszültség ekkor lecsökken, és ez jelzi, hogy víz került a félhengerre.

Meglepő kísérletek

Az elektromos gyertya

A „gyertya” megvalósításához állítsunk össze egy egyszerű kapcsolást (10. ábra)! Egy tranziszzor (pl. BD 139) kollektor-emitter körébe iktassunk be egy 4,5 V-os telepet, egy zseblámpaizzót, egy kapcsolót, valamint a bázis és az A pont közé egy fotodiódát (F) a kapcsolási rajznak megfelelően.

A K kapcsoló zárásakor az izzó nem világít. Világítsuk meg az fotodiódát, pl. egy gyufa fényével, az izzó világítani fog. Ha a fotodióda megvilágítása csekély, vagy nincs megvilágítva, az izzó újból kialszik. Ha gondoskodunk arról, hogy a gyufa fényével való megvilágítás után az izzó maga világítsa meg az F fotodiódát, akkor a rendszer önfenntartóvá válik: az izzó mindaddig világít, amíg annak fénye az F fotodiódára jut.

A soros kapcsolás paradoxona karácsonyfa izzókkal

Kapcsoljunk sorosan pl. három egyforma (közönséges) karácsonyfa-izzót és kössük őket megfelelő feszültséget szolgáltató áramforrásra. Az izzók világítanak. Bármelyik izzó áramkörből való kiiktatása (pl. a foglalatból való kicsavarás-

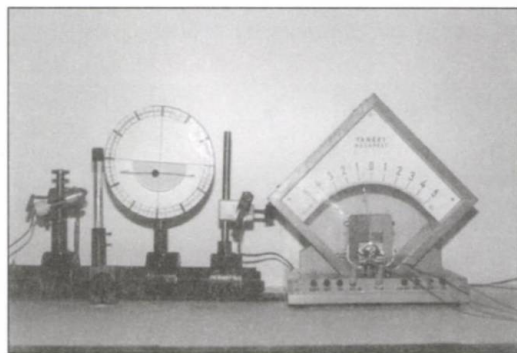
sal) a másik két izzó világításának a megszűnéséhez vezet. Természetesen ugyanez a helyzet, ha a három izzó közül az egyiknek az izzószála elég (kieg az izzó). Ekkor a másik két izzó sem világít.

A fenti kísérletet három másik izzóval is elvégeztük. Az izzók világítottak, illetve egynek-egynek a kiiktatása a másik kettő világításának megszűntét eredményezte. Ha az egyik izzót kicseréltünk egy hasonló típusúra, meglepetésünkre a becsavart izzó nem világított, a vele sorba kötött másik kettő továbbra is világított, mintegy ellentmondva a soros kapcsolásra vonatkozó törvényszerűségnek.

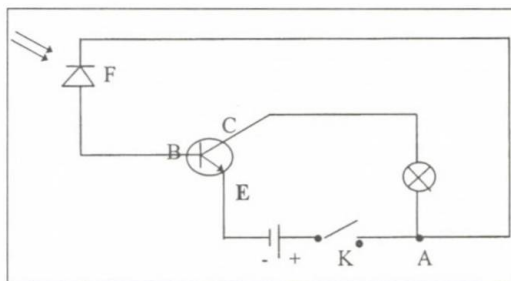
A furcsa, paradox viselkedés oka természetesen az izzó kialakításában keresendő. Manapság kaphatók olyan karácsonyfaizzók, amelyekben az izzószállal párhuzamosan egy félvezető anyagból készült áthidalót (termisztort) kötnek. Ha az izzószál izzik (az izzó ég), az áram az izzószálon halad át, ugyanis ekkor az izzószál ellenállása jóval kisebb, mint a vele párhuzamosan kötött (ekkor még relatíve kis hőmérsékletű) termisztoré. Ha az izzószál valamilyen oknál fogva megszakad (elég), az áram a termisztoron halad, ami jelentősen felmelegíti, ellenállása nagymértékben lecsökken. Az áramkör így továbbra is zárt marad, és bár az izzó nem világít, de a másik kettő, ezen izzóval sorosan kötött izzó továbbra is világítani fog.

A „görbe” fénysugár

„A fény egyenes vonalban terjed” kijelentés homogén (állandó törésmutatójú) közegben



9. ábra
Eszérezékelő II.



10. ábra
Az elektromos gyertya

igaz. Ha valamilyen módon megváltoztatjuk a közeg törésmutatóját (pl. oldatkonzentrációval, hőmérséklettel, különböző anyagi minőségű folyadékrétegek diffúziójával), akkor a kialakuló törésmutató-gradiens miatt eltérést tapasztalunk az egyenestől.

A kísérletet több különböző oldatsorozattal végezzük el. Egy üvegcsőbe szénkéneg ($n = 1,63$) és benzol ($n = 1,50$) 1 cm-es rétegeiből váltakozva tizedrétegeztünk egymás fölé. A fénysugár legnagyobb „görbülése” a fényút végén, a közeg felső részén következett be, ahol a görbületi sugár a legkisebb (11. ábra). A törésmutató-gradiens a fénysugárra merőleges irányban a legnagyobb értékű.

A „görbülő” lézersugár útját egy másik közegben is megfigyelhetjük, melynek összetevői iskolában is beszerezhetők. Ebben a közegben telített timsóoldat felett glicerín és alkohol 1 : 1 arányú keveréke, majd legfelül 10%-os vizes alkohol helyezkedik el. A rétegek diffúziója után itt is kialakul a törésmutató-gradiens, amely előjelet vált, így „sajátos alakú” sugárnyalábot figyelhetünk meg (12. ábra).

Az oldatkonzentrációval befolyásolt törésmutató-változásra mutat példát a különböző töménységű fixírsó (nátriumszulfát) oldat lézerrel való megvilágítása. Legalul tömény fixírsó-oldat helyezkedik el, amely a magassággal egyre hígul, így itt is biztosítva van a törésmutató-gradiens.

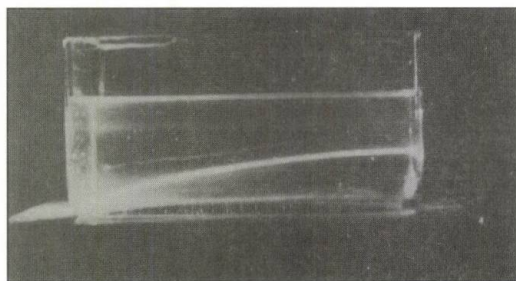
A folyadékokat oldalról, lézerfényvel megvilágítva, a magasságot változtatva jellegzetes, az egyenestől eltérő „fényutat” tapasztalunk.

Az éghetetlen papírpénz

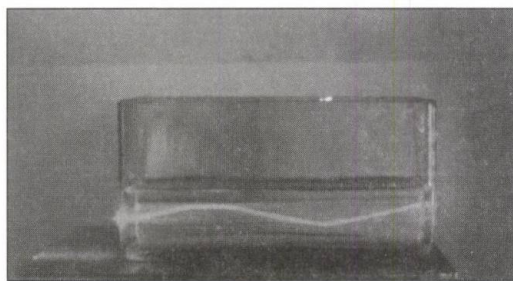
Ha egy papírpénzt meggyújtunk, az biztosan elég. Legalábbis mindenki ezt gondolja. A diákoknak bebizonyíthatjuk azonban azt, hogy bizonyos körülmények között még ez a látásolag magától értetődő jelenség sem mindig úgy megy végbe, ahogy ezt elvárnánk. Ezekre a „bizonyos körülményekre” mi is mutathatunk egy példát.

Az igazán látványos kísérlethez szükségünk van egy kb. 40%-os alkoholtartalmú itálra (vodka, rum, pálinka), melyet egy pohárba vagy egy kis tálkába öntünk. Ebbe szórunk egy csipet sót, ami (nátrium-tartalma miatt) majd sárgára fogja színezni a lángot. Ezek után mártsuk a papírpénzt az alkoholba egy fogó vagy hosszabb csipesz segítségével és néhány másodpercig tartsuk is benne úgy, hogy teljesen átázzon. Miután kiemeljük a pohárból a csöpögő, átázott, kihajtott papírpénzt egy tálca felett, távol az alkoholos pohártól, gyújtjuk meg. Pillanatok alatt lángolni fog a pénzünk a sótól megszínezett szép sárgás lánggal, mely olyan erős, hogy a sötét tanteremben láthatóvá teszi a kísérletezőt.

A láng kb. 10 másodperc múlva elalszik és kezünkben marad a kicsit nedves, de érintetlen papírpénz. A kísérlet magyarázata egyszerűen csak annyi, hogy az alkohol víztartalma meg nedvesíti a papírt, így ugyan az alkohol meggyullad, de a nedves papírpénz nem. Amint az alkohol elég, a láng elalszik. Fontos hangsúlyozni azt, hogy a papír teljes felülete legyen alkoholos, mert a száraz részt nem védi a víz, és amíg



11. ábra



12. ábra

a nedves rész nem gyullad meg, a száraz viszont elég abban a pillanatban, ahogy meggyújtjuk a pénzt. Mint minden kísérletet, ezt is ajánlatos először egy papírdarabbal kipróbálni. A kísérlethez a 40-50%-os alkoholtartalmú italok a megfelelőek, a 20% alatti alkoholtartalmú italok esetében a papírpénz meg sem gyullad.

A kísérletet élvezetesebbé tehetjük azzal, hogy ezt az egyébként is egy kicsit misztikus jelenséget varázserőnknek tulajdonítjuk, amit a varázsporunk segítségével (a sóval) viszünk át az oldatra. És ha még egy rövid varázsigt is elmormolunk a pénz meggyújtása előtt, igazán emlékezetes lesz a tanulók számára a fizikaóra.

Öveges professzor úr és Vermes tanár úr kísérletei, a modern technika, a lézerek, a hétköznapi eszközök és a játékok mind alkalmasak arra, hogy felkeltsük a diákok érdeklődését és talán ezen kísérletek után majd ők is úgy gon-

dolják, hogy – miként Teller Ede mondta – a fizika tényleg egyszerű, hiszen egyszerű.

Irodalom

- [1] Jodl H. Eckert B.: Low-cost, high-tech experiments for educational physics in Physics Education, vol. 33 226-235, 1988
- [2] Lőrincz J.: Játék a fizikában, fizika a játékokban. Szakdolgozat (Témavezető: Dr. Papp Katalin) Szeged, 1988
- [3] Öveges J.: Legkedvesebb kísérleteim (video), MTV-Televideo, 1991
- [4] Papp K. Nagy A. Bohus J.: Két elfelejtett kísérlet (OKSZI Módszertani lapok, Fizika) vol. 4, 2000
- [5] Röth Á.: „A” Muki bácsi (Vermes Miklós élete és munkássága). Szakdolgozat (Témavezető: Dr. Molnár Miklós) Szeged, 1996
- [6] Siddons C.: Fizikai kísérletek. Novotrade kiadó, 1988

Nagy Anett

A fizika színre lép – magyar szemmel

Az Európai Unió támogatásával minden évben meghirdetik a „Tudomány és technika hetét”, 2000-ben az általuk szervezett programokon a fizika volt a központi téma. A CERN, az Európai Űrkutatási Ügynökség (ESA) és az Európai Déli Obszervatórium (ESO) csatlakozott a Tudomány és Technológia Európai Hete 2000 rendezvényhez a Physics on Stage – A fizika színre lép konferencia megszervezésével. A magyarországi fizikatanárok az alábbi meghívóból értesülhettek erről a rendezvényről.

„Az utóbbi években a természettudományos nevelés népszerűsége csökkent, ezt a napi tapasztalatokon kívül igen komoly, egyetemi szinten elvégzett felmérések is bizonyítják. A jelenleg nemcsak hazánkra jellemző, hanem

világszerte tapasztalhatjuk megnyilvánulásait, pl. csökken a természettudományi karokra jelentkező hallgatók létszáma, kevesebben választják a fizikát érettségi tantárgyként. Az Európai Unió által minden évben megrendezett „Tudomány Hete” az idén a fizikával foglalkozik. Az általuk meghirdetett konferencia-felhíváshoz csatlakozva az Eötvös Loránd Fizikai Társulat rendezi meg a felhívásban szereplő „Physics on Stage” konferencia magyar eseményeit, és szervezi meg a legjobb magyar fizikatanárok CERN-béli bemutatkozását. A konferencia egyben „selejtező” is a Svájcban tartandó központi rendezvényre. November 6-tól 10-ig Genfben kerül sor a „Physics on Stage” nemzetközi konferenciára, amelyen négyszáz fizika-

tanár, tudományos újságíró, oktatáspolitikus, tanárképzésben dolgozó oktató vesz majd részt. A kiutazók műhelyeken, a felállítandó magyar stand bemutatóhelyein, plenáris előadásokon szerepelnek majd.”

A magyarországi konferenciára mindenki jelentkezhetett, akinek új ötletei, kísérletei és módszerei voltak a fizika tanításának érdekesebbé tételéhez. A jelentkezőkből a szervezőbizottság a beküldött (lehetőleg angol nyelvű) összefoglalók alapján válogatott és néhányunknak felkínálta a lehetőséget, hogy „élőben” mutassa be előadását Székesfehérváron, „A fizika színrelép” konferencián, 2000. szeptember 22. és 24. között.

Ennek a konferenciának a József Attila Fiúkollégium adott otthont, a lebonyolítását pedig az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Fejér megyei csoportja vállalta a Megyei Pedagógiai Szolgáltató Intézet támogatásával. A konferencia elnökségében foglalt helyet dr. Kovách Ádám, az ELFT főtitkára, dr. Lőrinczy Attila Székesfehérvár alpolgármestere és Döbrentey Gyula, a városi önkormányzat oktatási bizottságának vezetője. Levezető elnökként Ujvári Sándor kolléga működött közre. A konferencia nagyon hasznosnak bizonyult, színvonalas előadásokat láthattunk. A hangulatot pedig csak fokozta, hogy senki sem tudta valójában, milyen is lesz a genfi konferencia, hiszen ilyen rendezvényen, ahol nemcsak szakmai résztvevők, hanem nagyszámú politikus, médiával foglalkozó szakember is jelen van, nem sokan voltunk még.

A konferencia első előadását dr. Marx György, az ELTE Atomfizika tanszékének professzora tartotta, Hogyan tanítsuk a XX. század fizikáját a XXI. század ifjúságának? címmel. A megszokott sokoldalú megközelítés (egyik) legfontosabb következtetése az volt, hogy nem volna szabad véglegesnek beállított, abszolút-nak hitt igazságokat tanítani a fizikában (sem). Ezután Dr. Tóth Eszter, a Lauder Javne Gimnázium tanára beszélt az országos radon sugárzást

mérő programról, amelyben tanárok és tanulók vesznek részt nagy számban. A nap további részében a kiutazásra jelentkező összesen 22 előadó 17 előadását tekintette meg a zsűri, melyek közül ízelítőül néhány cím:

- Sebestyén Zoltán (Testvérvárosok Térei Általános Iskola, Pécs): Kísérleti bemutatója a töle megszokott gazdagságban vonultatta fel az iskolában (is) használható kísérleteket – kitűnő módszertani ötletekkel.
- Dr. Jarosievitz Beáta (Fővárosi Önkormányzat Ady Endre Közgazdasági Szakkollégium, Nemzetközi Oktatási Központ Budapest) Lehetőségek az internet és multimédia felhasználására a fizika tanításában című előadása az eszköz-höz használható módszereket mutatta be.
- Lang Ágota (Széchenyi István Gimnázium, Sopron) Fraktáldimenziók címmel számítógépes prezentációval támogatott műhely jellegű előadást tartott.
- Mester András (Diósgyőri Gimnázium) multimédiás prezentációt mutatott be, amelyet a részecskefizika tanításához ajánlhatunk.
- Dr. Piláth Károly (Balassi Bálint Nyolcévfolyamos Gimnázium, Budapest) számítógéppel támogatott demonstrációs kísérleteket mutatott be, amelyek lényege egy saját fejlesztésű, több hangfrekvenciás műszert megvalósító program-csomag.
- Dr. Molnár Miklós, Nagy Anett, Dr. Papp Katalin (Szegedi Tudományegyetem, Kísérleti Fizikai Tanszék, Szeged) A fizika nagyszerű, mert egyszerű címmel tartott kísérleti bemutatót.
- Kispál István és Bocz Máté (Széchenyi István Gimnázium, Dunaújváros) Tehetséggondozás, versenyeztetés, érdeklődés felkeltése címmel módszertani ajánlást adott együttműködő csapatok szervezésére, majd egy saját fejlesztésű szimulációs programot is bemutatott.
- Dr. Zsúdel László (Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc) Ferromágneses anyagok szerkezete

címmel multimédiás bemutatót tartott, melyben több, nehezen elvégezhető kísérletről készült, didaktikai szempontból jól kidolgozott felvétel is helyet kapott.

- Ujvári Sándor (Lánczos Kornél Reálgymnázium, Székesfehérvár) „versenyen kívül” tartott bemutatót A Kóbor Macskáktól tanultam címmel, melyben egyszerű, meglepő kísérleteket láthattunk.

- Csajági Sándor (Energetikai Szakközépiskola, Paks) Az Országos Szilárd Leó Fizikaverseny mérési feladatai című előadása („versenyen kívül”) jóval túlmutatott a címben ígérteken, mert a „Honnan jön a sugárzás?” kérdésre (akár az órán) adható kísérleti alapú választ is közzé tette.

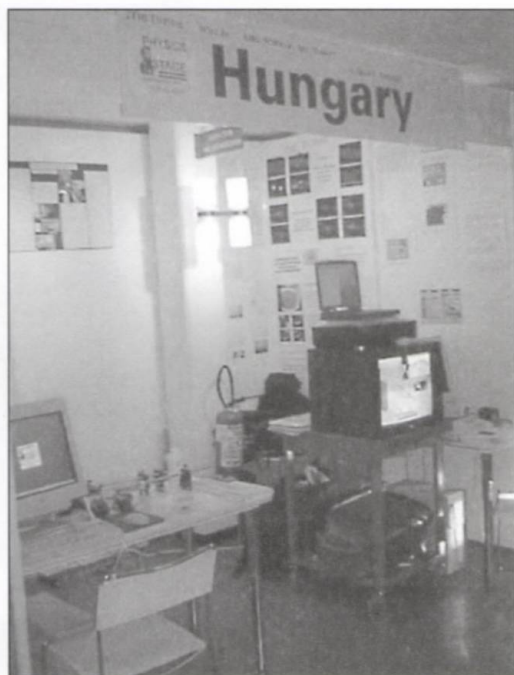
Ezek alapján összeállt a magyar delegáció (abc sorrendben): Csajági Sándor, Dr. Jarosievitz Beáta, Kispál István, Dr. Kovács Ádám (ELFT főtitkára – ATOMKI, Debrecen), Lang Ágota, Mester András, Nagy Anett, Dr. Náray Szabó Gábor (Oktatási Minisztérium, Budapest), Dr. Piláth Károly, Dr. Rajkovits Zsuzsanna (Eötvös Loránd Tudományegyetem, Általános Fizika Tanszék, Budapest), Sebestyén Zoltán, Dr. Zsúdel László.

A következő hónap a konferenciára való készülődéssel telt. Beosztottuk, hogy kinek milyen feladatot kell elvégeznie, kinek mekkora felület jut a magyar stand falából a posztereihez és ki milyen szóróanyagot, ajándékot tud szerezni, melyekkel népszerűsíthetjük Magyarországot ezen a rangos eseményen.

Genfben, CERN-ben a Physics on Stage konferencián a 12 fős magyar delegáció mellett 21 európai országból további 500 tanár, politikus, újságíró vett részt (Ausztria, Belgium, Bulgária, Csehország, Dánia, Finnország, Franciaország, Görögország, Hollandia, Írország, Lengyelország, Luxemburg, Magyarország, Nagy-Britannia, Németország, Norvégia, Olaszország, Portugália, Spanyolország, Svájc, Svédország, Szlovákia). Minden ország kapott egy,

a delegáció létszámától függő nagyon kis méretű standot egy számítógéppel, a CERN-i főépület folyosójából leválasztva, ahol kiállíthatta az országából hozott anyagot és a posztereket, bemutathatta rövid előadásait. A magyar stand (1. ábra) minden négyzetcentiméterét kihasználtuk, de így sem maradt elég hely az összes poszter kiállítására. A velünk szemben levő dán stand azonban üresen maradt – mivel nem érkezett meg a delegáció – ezért a második nap már birtokba vettük ezt a négy négyzetmétert és az újabb számítógépet is. Így a két standon már egyszerre ott tartózkodhatott az egész magyar delegáció.

Minden ország standját érdemes volt végignézni, hiszen igen érdekes anyagokat mutattak be a delegációk. Nagyon sok, jól használható számítógépes és interaktív programmal, multimédiás csomaggal találkozhattunk. Személy szerint nekem legjobban mégis a hagyományos „kísérletes” standok tetszettek. A spanyol standon egyszerű eszközökkel elvégezhető kísérlete-



1. ábra
A magyar stand

ket állítottak ki és mutattak be folyamatosan a delegáció tagjai (2. ábra).

Mindennapi életünkben előforduló eszközökkel (pl. gyertya, pohár, labda, papír...) számos jelenséggel foglalkoztak, a hőtantól a mechanikáig, az elektrosztatikától az optikáig. Sok érdekes kísérletet hozott a csehországi delegáció is, melyek között meglepő, bűvészmutatványhoz hasonló demonstrációk is szerepeltek.

Nagyon tanulságos volt a belgák „pót”-standja, egy nagy kamion, amiben egy űrállomás belsejét modellező területet alakítottak ki. Csoportokba osztva engedték be a kíváncsiskodókat, akiknek a bolygónk megmentéséért egy-egy természettudományos feladatot kellett megoldaniuk. Ezek a feladatok azonban korántsem voltak „hagyományosak”. Minden „állomás” mellett egy számítógép adta az utasításokat és értékelte az elvégzett részfeladatokat. Annak a csapatnak, melybe én is kerültem, például valóságos fogaskerekekből egy működő, megfelelő fordulatszámmal forgó rendszert kellett építeni. Egy másik csapat feladata volt egy szétszedhető orvosi baba beteg szervét megkeresni. Egy harmadiknak pedig egy kiterített világ térképen beazonosítani a felvillanó LED-ek helyét. Közben telt az idő és az egy időpontban az „űrállomáson” levő csapatok együttes teljesítménye döntötte el, hogy sikerült-e végrehajtani a küldetést. Szerencsére a mi csapatunk sikeresen teljesítet-

te a feladatot, hiszen szinte az utolsó pillanatban ugyan, de megtaláltuk a fogaskerekek helyes sorrendjét.

A standokon tett látogatások mellett a konferencián három különböző típusú előadáson vehettünk részt. Meghívott előadók tartottak plenáris előadásokat a nagyteremben. Ezen kívül 10 ország (Magyarország sajnos nem volt köztük) megkapta a jogot, hogy az adott országot képviselve bemutasson egy-egy olyan előadást, mely inkább a szó szoros értelmében vett színházi előadásra hasonlított. Ezzel a fizika a „színre” – színpadra lépett, ahogy ezt a konferencia hivatalos neve, a Physics on Stage kifejezte. Ezen előadások egy részét nem is a nagyelőadóban, hanem rendhagyó helyszíneken, például egy nagy szerelőcsarnokban tartották. A hollandok A fizika cirkusza (3. ábra) vagy a franciák WWW- What a Wonderful World – Milyen csodálatos a világ! (4. ábra) című előadásából megbizonyosodhattunk arról, hogy számos országban a jelenlegi helyzet megoldását a fizika népszerűsítésében, a fizikával való szórakoztatásában látják.

A harmadik típusú program, mely inkább a műhelyfoglalkozásokra hasonlított, a résztvevők aktív közreműködésével zajlott. A szervezők 13 témát írtak ki, a fizika oktatásával és jelenlegi helyzetével kapcsolatban. Ezek a következők voltak:



2. ábra
A spanyol stand egyik asztala



3. ábra
A fizika cirkusza

A „krízis”-helyzet feltérképezése
 Fizika az általános iskolában
 Fizika a középiskolában
 Fizika és ismeretek szerzése a közéletben
 A történelem és filozófia szerepe a fizikaoktatásban
 A jelen fő kérdéseinek áttekintése
 A nők és a fizika
 Fizika és játékok
 Az Internet helye a fizika oktatásában
 Új eszközök az osztályban
 ESO, CERN, ESA és az EU
 Fókuszban a tanárok
 Tantervvel kapcsolatos fejlemények

Minden résztvevő még az otthonában kiválaszthatta az őt leginkább érintő és érdeklő területet, ami alapján a szervezők tizenhárom csoportba osztották a résztvevőket. A magyar delegáció tagjai is beosztották egymás között, hogy ki melyik műhelyben képviseli országunkat. Ezek a csoportok a konferencia minden napján találkoztak négy órát, munkájukat egy

pontos forgatókönyv szabályozta. Magyarország képviselőjében Dr. Kovács Ádám vezette „A jelen fő kérdéseinek áttekintése” című műhelyt. Minden műhelyben a problémák és a főbb kérdések megfogalmazásával kezdték a résztvevők, majd megosztották egymással tapasztalataikat és véleményüket. Egy nagyobb létszámú műhely esetén ez azt jelentette, hogy szinte minden képviselt európai ország véleményét meghallgathattuk és információkat szerezhettünk arról, hogy más országban hasonló jelenségek tapasztalhatók-e, mint kis hazánkban. A probléma feltérképezése után a javaslatok összegyűjtése következett, melyek alapján minden műhely szavazásra bocsátotta az általa legfontosabbnak vélt öt javaslatot. A záró előadáson így egy valóságos szavazás keretében a konferencia minden résztvevője leadhatta szavazatát minden egyes műhely javaslatai közül arra, amit a legfontosabbnak vélt. Ezzel összeállt az a tizenhárom pontos ajánlás, amit a fő oktatási-politikai intézményekhez a szervezők eljuttattak, mint a konferencián részt vevő összes ország, tehát Európa 22 országának közös véleménye és javaslata



4. ábra
Milyen csodálatos a világ!

a jelenlegi helyzet megoldására. (A javaslatokat szigorúan ragaszkodva az eredeti mondatokhoz, átfogalmazás nélkül közöljük.)

1. Kerüljön a fizika a fő áramlatba (pl. televízió) azért, hogy tudatosítsa a kapcsolatot a fizika és a mindennapi élet között.

2. Minden általános iskolást tanító tanárnak alapvető joga, hogy élhessen szakmai fejlődését elősegítő lehetőségekkel.

3. a.) Legyen kielégítő felszerelés, megfelelő tanárképzés. A fizika fejlesztését finanszírozni kell.

b) A fizika tanítása speciális szak módszertani ismereteket igényel a fizika, és a fizika tanítása terén és nyitott gondolkodású hozzáállást. Így alapvető a felsorolt céloknak megfelelő képzés.

4. Adjuk el a fizikát a tömegkommunikációs eszközöknek úgy, hogy azt hozzáférhetővé és érthetővé tesszük a közönség számára azzal, hogy összekapcsoljuk más tudományágakkal is.

5. A tudomány története és filozófiája a fizikatanárok képzésének része kell legyen.

6. A fizika közvetlen hatással van a fenntartható fejlődés és növekedés problémáinak megértésére és megoldására.

7. Nembeli tudatosság: része a tanárok felkészítésének, hadd kapják meg a lányok ami jár nekik, legyen meg az önbizalmuk, beleértve a fizikát is, amit szeretnek.

8. Tudatosítsuk a tanároknak, hogy a játékok magas szintű motivációt jelentenek kérdések feltevésére és „nyomozást” sugallnak.

9. Fejlesszenek, (kutassanak) értékeljenek különféle módszereket az Internet források felhasználásával kapcsolatban.

10. Az ICT (az információs és kommunikációs technika) tanári tréning finanszírozása alapvető.

11. Az oktatás és kapcsolódó tevékenységek integrálódjanak kutatási projektekbe a költségvetés 1%-nak felhasználásával.

12. A tanárok munka körülményeit javítani kell (munkaidő, felkészülés, technikai segítség, támogatás, képzés, előmenetel).

13. Nincs szükség egyetlen, általánosan elfogadott tantervre Európában, de nagyon fontos a különféle megoldások megbeszélése.

A Physics on Stage konferencia megrendezésével a szervezők négy célt kívántak elérni. Először is, hogy felhívják a figyelmet az európai állampolgárok igen alacsony természettudományos (speciálisan a fizika) műveltségi szintjére. Másodszor, hogy újító, a gyakorlatban használható megoldásokat keressenek erre a problémára. Harmadszor, hogy kiépítsenek egy szakértői hálózatot a fizika tanításában jártas emberekből egész Európa területén. Negyedszer pedig, hogy elkészítsenek és kiadhassanak egy olyan anyagot, mely ezen szakértők véleményét és javaslatait tartalmazza. Azt, hogy a konferencia valójában mennyire tudta elérni és teljesíteni az általa kitűzött célokat, nem egyszerű értékelni. Hatása csak hosszabb távon ítéltető meg az országokra és egész Európára nézve egyaránt.

A rendezvényen résztvevők különböző fórumokon tovább viszik az ott tapasztaltakat (pl. ankétok, előadások). A konferenciáról többek között a Népszabadság című napilap is hírt adott. A 2000. december 22-i számban jelent meg Hargitai Miklós írása: A banya meg a mágnes, Fizikatanárok: vissza Heki kutyához! – címmel. „Lefejelek, mint vasorrú bába a patkómágnessel!” Az ízletes szólás a Mézga-rajzfilmsorozat egyik epizódjában gyökerezik, amelyben a főhős – a fizika világában fölöttébb jártos Mézga Aladár – úgy menekül meg a banyától, hogy a vasorránál fogva egyszerűen odaragasztja egy mágneshez. Hasonló trükkökre a mai diákok bizonyára nem volnának képesek, hiszen drasztikusan csökken a fizika tantárgy népszerűsége, így mind kevesebben vannak, akik készség szintű tudásukat a „gyakorlatban” is hasznosítani tudnák. A gond az, hogy a fizikát újra meg kellene kedveltetni a tanulókkal.”

Számomra a legmeglepőbb tapasztalata ennek a konferenciának az volt, hogy a Magyarországon jelentkező problémák nem egyediek, és szinte minden országban hasonló jelenségekről számoltak be a konferencia résztvevői. Persze ez

nem azt jelenti, hogy megnyugodhatunk, mert másoknak sem könnyebb, de talán nagyobb eséllyel találhatunk rá azokra a lépésekre, amelyekkel meg tudjuk változtatni a jelenlegi helyzetet. Egy, az országok közötti folyamatos kapcsolattartással tanulhatnánk egymás tapasztalataiból, láthatnánk az egyes országokban használt módszereket, és azok hatásait.

Dr. Philippe Busquin, (5. ábra középen) az Európai Kutatási Bizottság tagja így nyilatkozott a konferencián: „Számos oka van annak, hogy a természettudomány és a technika iránti érdeklődés csökken a fiatalok körében. Tudjuk azonban, hogy természettudományos tudás nemcsak a jövő kutatóinak fontos, hanem a jól tájékozott állampolgárnak is szükséges. A Physics on Stage egy pozitív példát mutat arra, hogy hogyan nyerhetjük vissza a fiatalok érdeklődését a természettudomány iránt.”

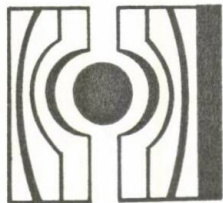
Úgy gondolom, hogy a Physics on Stage konferenciának a legnagyobb érdeme a sok érdekes előadás és kiállítás, a számos országból érkezett közel ötszáz szakmabeli és médiaszakember találkozása mellett az volt, hogy lehetőséget teremtett egy közös megoldás keresésére, mely megoldaná a természettudományos oktatás jelenlegi problémáit. A konferencia nem egy egymagában álló esemény volt, hanem remélhetőleg egy hosszú folyamat kezdete, melynek folytatása a 2002. áprilisában megrendezésre kerülő Physics on Stage 2 konferencia, melynek alcíme Fókuszban a tanárok.

Irodalom

- [1] Physics on Stage Executive Summary 2000, ESA Publications
- [2] Jarosievits Beáta: Élményeink, tapasztalataink a Physics on Stage 2000 konferenciáról. CD verzió, 2001.



5. ábra
Egy jó bangulatú előadás



KONTINUITÁS

Szabó Tímea – Hadházy Tibor – Szabó Árpád

Lénárd Fülöp 1862-1947

Lénárd Fülöp magyar származású kísérleti fizikus, egyetemi tanár, a Magyar Tudományos Akadémia tagja volt. Tudományos munkássága az optikára, atom- és molekuláris fizika területére terjedt ki. A katódsugarak és a fényelektromos jelenség vizsgálatában ért el jelentős eredményeket.

Lénárd Fülöp 1862. július 7-én született Pozsonyban, ott is járt iskolába. „A pozsonyi magyar nyelvű reál gimnáziumban – vallotta Lénárd Fülöp – alaposan megtanították a fizikát és a matematikát. Ezek számomra oázisok voltak a többi tantárgy pusztaságában, csak az iskolaigazgató, Samarjay által tanított magyar irodalom volt kivétel, ami a legfontosabbnak tűnt számomra.”

A fizikára Klatt Virgil, a kiváló kísérletező tanár tanította, aki csakhamar felfigyelt a szorgalmas és tehetséges diákra. Klatt Virgiltől származik Lénárd Fülöp kísérleti hajlama és az a benyomása, hogy a természettel közvetlenül kapcsolatba lehet lépni. Lénárd Fülöp jelentős örökséget köszön iskolájának: természetszeretetét, a tudományról alkotott felfogását, érdeklődési körét. Továbbá a magyar irodalom és történelem hősi mítoszainak ismeretét.

Egyetemi tanulmányait Bécsben kezdte el, majd Budapesten folytatta, ahol fizikát és kémiát tanult. 1883-ban Heidelbergben és Berlinben matematikát hallgatott. Doktorátusát 1886-ban Heidelbergben szerezte meg. Ezután Budapesten Eötvös Loránd asszisztenseként dolgozott. Ezt követően haláláig Németországban élt és munkálkodott. 1887-1889 között

a Heidelbergi Egyetem tanársegédje volt. Itt tanulmányozta az eső folyadékcseppek rezgéseit, a bizmut elektromos tulajdonságát, az ultraibolya-fény elektromos hatásait.

1890-ben H. Hertz meghívására Bonnba ment, és ott Hertz laboratóriumában végezte a katódsugarakra vonatkozó híressé vált vizsgálatait. 1893-ban a Bonni Egyetem, 1894-ben a Boroszlói Egyetem, 1895-ben az Aacheni Egyetem magántanára volt. 1896-ban visszatért Heidelbergbe, és 1898-ig az Elméleti Fizika Tanszék tanára, 1898-1907 között a Kieli Egyetem Kísérleti Fizika Tanszékének tanszékvezető professzora. 1907-től 1931-ig ismét a Heidelbergi Egyetem professzora és a Radiológiai Intézet igazgatója. Ezeket a tisztségeket nyugdíjba vonulásáig betöltötte.

A katódsugarak vizsgálatához az 1890-es évek végén kiváló minőségű segédelektrodos katódsugárcsővet készített. Elsőként tanulmányozta a katódsugarak vékony lemezen, alumíniumablakokon (Lénárd-ablakokon) való áthaladását. Az úgynevezett Lénárd ablakokat maga tervezte. Lénárd ugyanis vérbeli kísérletező fizikusként bizonyult. A kísérletei során megállapította: a katódsugarak áthatolnak az alumíniumfólián, a fólia egyes atomjai között szabad tér van, a katódsugár részecskéi kisebb méretűek, mint az atom. Ezután a katódsugarakat még aprólékosabb megfigyelésnek vetette alá, és azt a következtetést vonta le, hogy korpuszkuláris jelenségről van szó. És ez vezette el ahhoz a felfedezéshez, hogy az atom nagyobb része „üres”. Ezzel merőben új lehetőséget nyitott a katódsu-

garak tanulmányozásához, és hozzásegítette J. J. Thomsont az elektron felfedezéséhez. A katódsugarakkal végzett kísérletei alapján megalkotta atommodelljét, az úgynevezett dinamid atommodellt. Lénárd Fülöp ezzel hozzájárult a kvantumelmélet bizonyításához, bár ő a kvantum- és relativitáselméletet nem ismerte el.

A fizika történettudománya az 1895-től 1898-ig terjedő négy évet a fizika négy aranyévének tartja. Méltán: 1895-ben Röntgen felfedezi a róla elnevezett sugárzást, 1896-ban Becquerel a radioaktivitást, 1897-ben Thomson az elektront, 1898-ban pedig a Curie-házaspár a rádiumot és a poloniumot. Ebben a módfelett tekintélyes mezőnyben különösen jelentős 1905-ben a Nobel-díj elnyerése.

Lénárd Fülöp egyik kísérlete során földalkáli foszfort helyezett a fémfólián keresztül kilépő katódsugarak útjába. Meglepődve tapasztalta, hogy az világítani kezdett. 1884-ben Röntgen is kért Lénárdtól katódsugárcsövet, hogy megismételje Lénárd kísérleteit. Lénárd Fülöp Röntgen professzor kérését teljesítette. Ezeknek az alumíniumfóliáknak pedig, mint eredeti segédesszközöknek nagy szerepük volt a (később röntgen) sugarak felfedezésében, s ez okozta kettőjük között a prioritási vitát. Lénárd Fülöp észlelte ugyanis először a lumineszkáló hatást, és szerinte azt a tényt, hogy a láthatatlan sugárzás nemcsak a fémfólián (alumíniumfólián), hanem az emberi testen is keresztülhatol, nem lehet új felfedezésnek tekinteni. A tudományos közvélemény is hasonlóképpen vélekedhetett, ugyanis 1896-ban a bécsi-, a párizsi- és a londoni Akadémiák Lénárd és Röntgen között megosztva ítélték oda díjakat. Az 1901-ben kiadott fizikai Nobel-díjra a Nobel-bizottság is egyhangúlag a Lénárd-Röntgen-kettőst jelölte. A Svéd Tudományos Akadémia azonban úgy döntött, hogy a díjat egyedül Röntgen kapja.

Másik kutatási területe a fotoeffektussal kapcsolatos. 1899-ben figyelt meg fényelektromos hatást (fotoeffektust). A fotoelektromos jelenségek vizsgálatakor arra a következtetésre jutott, hogy a fény hatására a fémből elektronok lépnek (léphetnek) ki. 1902-ben fedezte fel a fényelektromos hatás két törvényét. Megállapította

azt a fény hullámelméletével nem magyarázható törvényszerűséget, mely szerint a fémből kilépő elektron sebessége, mozgási energiája csupán a fotoeffektust kiváltó fény rezgésszámától (frekvenciájától) függ, de független a fényintenzitástól. Mérései azt is bizonyították, hogy a fényerősség csak a kilépő elektronok számát befolyásolja, azaz a fém felületéről a fény által másodpercenként kiszakított elektronok száma egyenesen arányos az elnyelt fényhullám energiájával.

Tudományos munkássága során, amely több mint fél évszázados, közel száz dolgozatot és több könyvet írt. Tudományos érdemeit egyetemek és akadémiák ismerték el. A Magyar Tudományos Akadémia 1897-ben választotta levelező tagjává, ekkor még minden bizonnyal magyar állampolgár volt, ugyanis ezt a címet csak magyar tudós kaphatja meg. Az, hogy élt benne a magyar kulturális kötődés, bizonyítja egyik, 1911-ben írt levele, amelyből megtudjuk, hogy feleségétől is Mikszáth Kálmán: Két választás Magyarországon című kötetét kapta születésnapjára ajándékkul. 1907-től 1947-ig volt a Magyar Tudományos Akadémia tiszteletbeli tagja. Több díjnak is nyertese, köztük: 1896-ban a Bécsi Akadémia Baumgartner-díjjal jutalmazta, elnyerte a Royal Society Rumford-érmét, a Párizsi Akadémia pedig a La Caze-díjban részesítette.

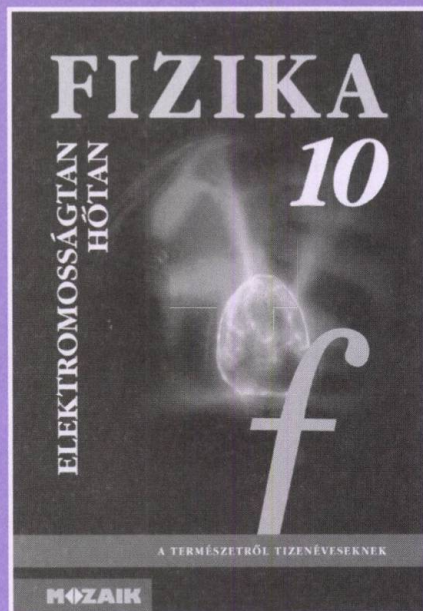
A húszas évektől sajnos egyre inkább torzultak politikai nézetei, és Johannes Starkkal a náci ideológia elszánt támogatói lettek. Hirdették a német fizika felsőbbrendűségét a „zsidó” fizikával szemben. Mindkettőjük haragja elsősorban Einstein ellen irányult. Ismert, hogy Lénárd Fülöp nyilvánosan becsmérelte a „zsidó” tudományt, Albert Einstein relativitáselméletével egyetemben. Ebben valószínűleg az is közrejátszott, hogy Einsteint Nobel-díjjal tüntették ki a fényelektromos hatás magyarázatáért, pedig magát a hatást Lénárd Fülöp fedezte fel. Lénárd Fülöp megítélése a történelem feladata, kétségtelen azonban, hogy a XX. század első évtizedének egyik legjelentősebb fizikusa volt, a tudomány számára jelentőset és maradandót alkotott.

1947. május 20-án Messelhausenben (Németország) halt meg.

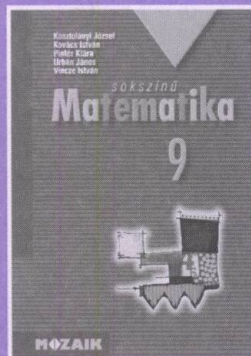
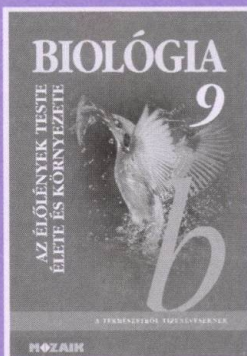
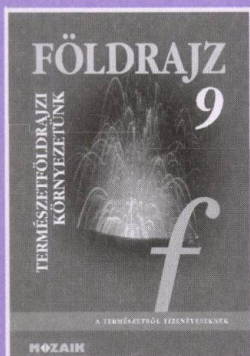
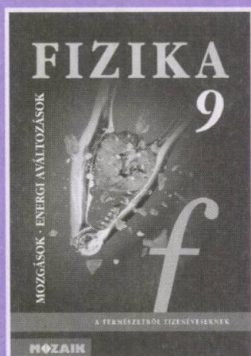
A TERMÉSZETRŐL TIZENÉVESEKNEK

A NÉPSZERŰ SOROZAT ÚJABB KÖTETEKKEL BŐVÜLT

Megjelentek a tankönyvcsalád
6. és 10. évfolyamos kötetei:
a Természetismeret 6., az Egészségtan
modul 6., a Földrajz 10., Fizika 10.,
Kémia 10. és a Biológia 10. tankönyvek.
Az általános iskolai tankönyvekhez
munkafüzetek és tudásszintmérő
feladatlapok kapcsolódnak. A tantervek és
tanmenetek a kiadó honlapján találhatóak
meg. A tankönyvcsalád kiemelkedő
színvonalát ez évben is rangos versenyen
ismerték el: elnyerte
a Szép Magyar Könyv 2001 Verseny
tankönyv kategória díját.



A SZÉP MAGYAR KÖNYV 2001 VERSENY DÍJNYERTES KÖTETEI



MOZAIK KIADÓ

Levélcím: 6701 Szeged, Pf. 301.

Telefon: (62) 470-101, Fax: (62) 554-666

E-mail: kiado@mozaik.info.hu

MOZAIK KÖNYVESBOLT

1082 Budapest, VIII. Üllői út 70., Tel.: 31-42-612

www.mozaik.info.hu

MOZAIK
www.mozaik.info.hu



**Fotonika:
Mi is az valójában?**

(Dr. Nánai László)

**Beszámoló a „Keresd
a megoldást” fizikaverseny
Csongrád megyei döntőjéről**

(Dr. Kövesdi Katalin)

A fizika története III. rész

(Dr. Pintér Ferenc)

A fizikatanítás pedagógiája

(Dr. Halász Tibor)

X. ÉVFOLYAM 2002

5

A FIZIKA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Bonifert Domonkosné dr.
főiskolai docens

A szerkesztőbizottság:

Dr. Kövesdi Katalin
főiskolai docens

Dr. Molnár Miklós
egyetemi docens

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3/B
Tel.: (62) 470-101,
FAX: (62) 554-666

Kiadó:

MOZAIK Kiadó Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltán

Tördelőszerkesztő: Forró Lajos

Borítóterv: Deák Ferenc

Megrendelhető:

MOZAIK Kiadó Kft.

6701 Szeged, Pf. 301

Éves előfizetési díj: 1100 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltban:

Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent az Oktatási

Minisztérium támogatásával.

A Fizika Tanításában megjelenő valamennyi cikket szerzői jog védi. Másolásuk bármilyen formában kizárólag a kiadó előzetes írásbeli engedélyével történhet.

ISSN 1216-6634

Készült

az Innovariant Kft.-ben, Szegeden
Felelős vezető: Drágán György

TARTALOM

Fotonika: Mi is az valójában?

Dr. Nánai László főiskolai adjunktus

Beszámoló a „Keresd a megoldást”

fizikaverseny Csongrád megyei döntőjéről

Dr. Kövesdi Katalin főiskolai docens

A fizika története III. rész

Dr. Pintér Ferenc főiskolai tanár

NET-lesen

A fizikatanítás pedagógiája

Szerkesztő: Radnóti Katalin – Nahalka István

Dr. Halász Tibor főiskolai tanár

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve (két példányban), floppy lemezen vagy e-mailen (kattila@mozaik.info.hu) küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 8-10 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés). A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézetek név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalom alfabetikus sorrendben készüljön. Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.



FÓKUSZ



Dr. Nánai László

Fotonika: Mi is az valójában?

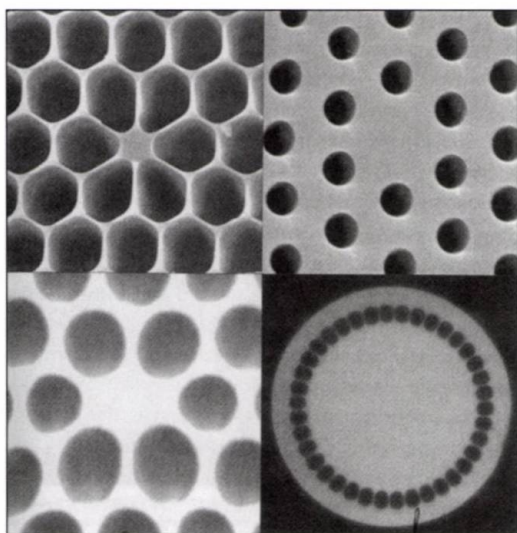
Szilárdtestfizikai, anyagszerkezeti tanulmányaink során mindnyájan megismerkedünk a **tiltott sáv** fogalmával. Bár a tények durva egyszerűsítése, de a megértést nagyon megkönnyíti, ha az alábbi képet képzeljük magunk elé; vegyünk rendkívül nagy számú, tökéletesen azonos atomot elegendően távol (elvileg végtelen távol) egymástól, hogy semmiféle kölcsönhatás ne érvényesülhessen közöttük. Tekintsük ismertnek a Bohr-féle atommodellt, a mag körül meghatározott energiájú pályákon (héjakon) mozgó elektronokkal. Elevenítsük fel a Heisenberg-féle kizárási elvet, amely szerint a feles spinű részecskék közül **sohasem** találunk egymás kölcsönhatási zónájában **bármely kettőt**, melyeknek azonos lenne mind a négy (fő, mellék, mágneses, spin) kvantumszámuk.

Közelítsük most ezt a rengeteg atomot egymáshoz. Az eredetileg azonos (megkülönböztethetetlen) atomok energianívói a Heisenberg elv miatt kénytelenek ún. **tilos és megengedett** energiájú sávokba rendeződni. A legmagasabb energiához tartozó **tiltott sáv** energetikai szélessége, amelyet eV-ban (elektroñvoltokban) fejezünk ki, rengeteg tulajdonságot meghatároz, mint pl. szín, elektromos vezetőképesség stb.

Ha pl. a tiltott sáv szélességével megegyező (vagy annál nagyobb $E_g \leq h\nu$) fotonenergiájú fény esik ilyen anyagra, akkor ott a fény elnyelődik (abszorbeálódik), ellenkező esetben a fény

háborítatlanul áthalad az anyagon (h = Planck állandó, ν = a foton frekvenciája).

A törésmutató (n), amely a fény terjedése szempontjából fontos, szintén meghatározó módon függ az anyag sávszerkezetétől. Ezért a fentiekhez hasonló módon, a különböző törésmutatójú anyagok egymásra rétegzése, rendezése révén az elektromos sávszerkezethez hasonló optikai struktúrájú anyagokhoz juthatunk. A til-



1. ábra

- a) erősen nemlineáris száloptika (bal felső)
- b) nagy fajlagos felületű száloptika (jobb felső)
- c) polarizáció megtartó száloptika (bal alsó)
- d) ultra nagy numerikus apertúrájú száloptika (jobb alsó)

tott energiasávot ezért **fotonikai tiltott** sávnak is szokás nevezni.

A fentiek alapján könnyedén elképzelhetjük, hogy milyen óriási azon lehetőségek száma, amelyek különböző fotonikai tiltott sávú anyagok egymásra rendezése révén különböző módon **manipulálhatják** az adott frekvenciatartományú fénynyaláb terjedését ilyen közegben.

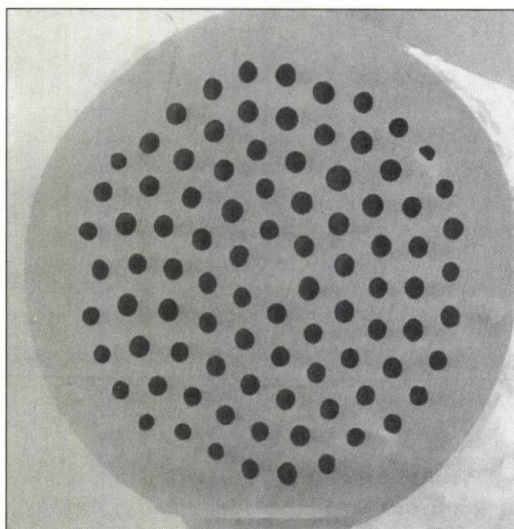
A jelenleg rendelkezésre álló technikák révén ma már könnyen előállíthatók olyan kétdimenziós struktúrák is (rétegsorozatok), amelyek törésmutatója jelentősen különbözik, míg vastagsága pl. a látható fény (450-750 nm) közeli tartományba esik. Különösen sokat ígérő lehetőségek rejlenek az ún. **szál (fiber)** optika területén (a száloptika rendkívül rugalmas, nagyon vékony és elegendően hosszú hengeres szerkezet, amelyben a maganyag és a köpeny törésmutatóját úgy választják meg, hogy benne az adott hullámhosszúság tartományba eső fénynyaláb gyakorlatilag veszteség nélkül, a közegről visszaverődve a magszál mentén haladjon). Ha pl. drasztikusan eltérő törésmutatójú anyagokat, úgymint polyethersulfont és AsSe_3 -t rétegezzük szorosan egy polimer hengerre, olyan (kétdimenziós) fényvezető szálát lehet nyerni,

amely a belépő fényt, mint egy tökéletes tükör, belépési szögtől és polarizációtól függetlenül képes hosszú távolságon, gyakorlatilag veszteség nélkül szállítani.

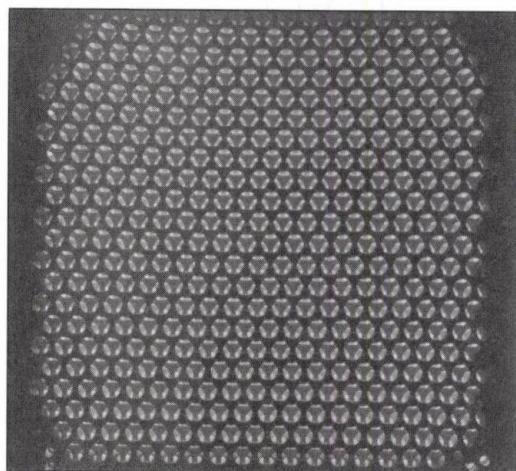
Az ilyen száloptika a telekommunikációban óriási jelentőségű, pl. azért, mert feleslegessé teszi a normál száloptika mentén szükségszerűen felállítandó erősítők és szűrők használatát (s egyben feleslegessé teszi karbantartásukat). Különösen azóta, mióta megjelentek ezeknek a szálaknak a levegővel töltött (air filled) változatai. Az ilyen típusú száloptikánál a veszteség km-ként 0,3 dB alá csökkenthető. A rendelkezésre álló technika rengeteg variáció megvalósítását teszi lehetővé. Ezek közül mutatunk be néhányat az 1. ábrán.

A lehetséges elrendezéseket illetően tekintsük meg a 2. ábrát, ahol síkhullámvezető száloptikarendszert láthatunk, amelyet nagy teljesítményű fénynyaláb továbbítására terveztek. A vezető szál átmérője mindössze 15 mikron, míg a fényvezető lyukak közel 0,5 mikronos átmérőjűek.

Tekintettel arra, hogy a felhasznált anyagok szilícium kompatibilisek, óriási lehetőségek nyílnak a fotonikai és mikroelektronikai eszközök „összeházasítására”.



2. ábra
Síkhullámvezető száloptikarendszer



3. ábra
3D struktúra $<1,1,1>$ irányú kolloid szemcsékből

Ma már eredményes kísérletek folynak az ún. háromdimenziós, nanostrukturált fotonikai anyagok előállítására területén is. Erre a célra a planáris technológiától eltérően, a fény hullámhosszához közel eső koloid részecskéket rendeznek sorba holografikus módszerrel. Egy-egy réteget polimer hordozókra víve tetszőleges vastagságú 3D elemek konstruálhatók (ld. 3. ábra).

Az önszerveződő módon kialakult koloidszemcsék tetszőleges, de általában lapcentrált köbös kristályrendszerbe transzformálhatók. A koloidszemcsék alakja változatos, oszlop, diszk ellipszoid, polygon lehet, ezért sokfajta, különböző tiltott sáv szélességű rendszer hozható létre velük. A szemcsék orientációja külső elektromos és/vagy mágneses térrel megváltoztatható, ami szélesíti a lehetséges alkalmazások körét.

A mai, korszerű manipulatív technológiák lehetővé teszik a szinte hibamentes fotonikai kristályok előállítását.

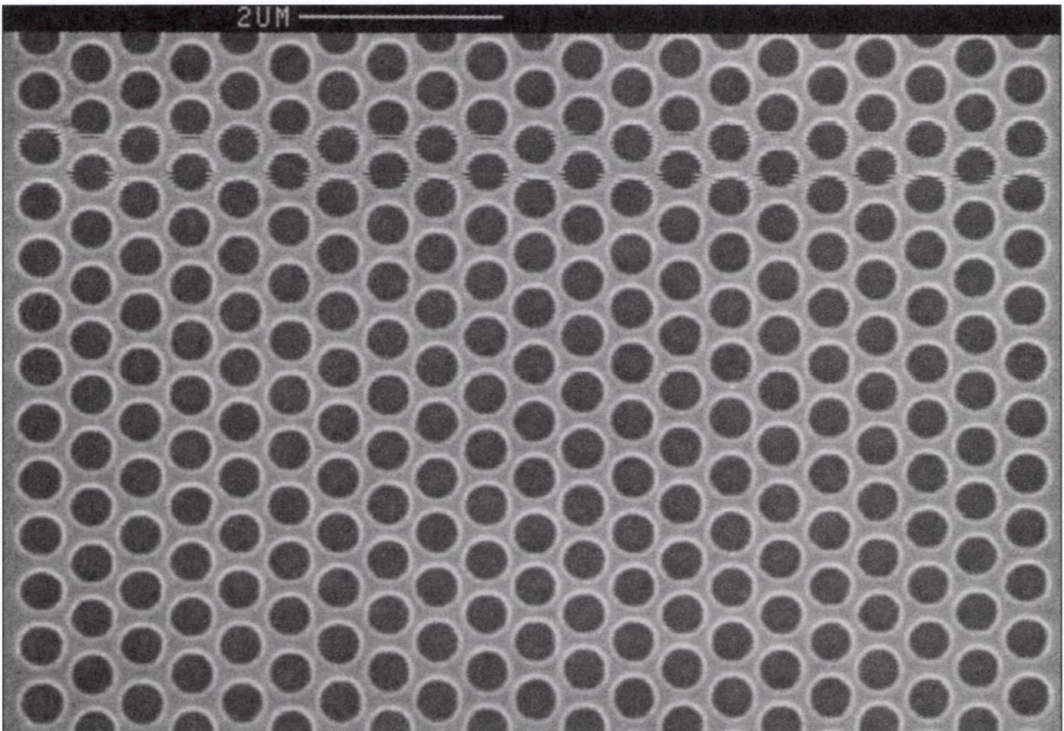
Illusztrációul tekintsük meg a Mesophotonics Ltd. által gyártott szilícium kompatibilis planar fémvezető szál metszetét (4 ábra).

Jól látható a kép tetején lévő lépték alapján, hogy a fényvezető (lyukak) átmérője közel fél mikron, s ezek elrendezése tökéletes 2D lapszerkezetet alkot.

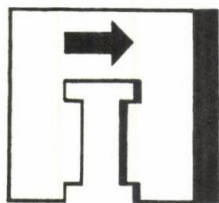
Zárógondolatként talán azt a lehetőséget érdemes kiemelni, amely a miniaturizálás területén a „nano IC” és a „nano fotonika” témában mára elérhetővé vált. Az elektronika és az optika összeházasítása hullámhosszynyi feloldással nagyságrendekkel megnöveli a már ma is örökletes lehetőségeket felvonultató IC elemek sebességét, teljesítményét és látványosan csökkenti méreteit.

Irodalom

- [1] P. Gould: Materials Today, Sept 2002, pp. 32-37



4. ábra
Szilícium kompatibilis planar fémvezető metszete



IMPULZUS

Dr. Kövesdi Katalin

Beszámoló a „Keresd a megoldást” fizikaverseny Csongrád megyei döntőjéről

2002. április 27-én került sor a „Keresd a megoldást” fizikaverseny Csongrád megyei döntőjének megrendezésére. A döntőbe azok a diákok kaptak meghívást a megye általános iskoláiból, akik a döntőt megelőző három levelező-fordulón a legjobb eredményt érték el.

A 18 hetedikes diák feladatmegoldásban, jelenségmagyarázatban és kísérletezésben mérte össze a tudását, míg a 18 nyolcadikos diáknak feladatmegoldás, kísérletezés és tudománytörténeti ismeretek területén kellett megküzdnie.

A jól sikerült és hangulatos döntőn a következő eredmények születtek:

7. osztály

1. Fábián Anna SZTE JGYTFK Gyak. Ált. Isk.
tanára: Lakatos Ferenc
2. Vécsei Miklós SZTE JGYTFK Gyak. Ált. Isk.
tanára: Horváthné Fazekas Erika
3. Nagy Péter Szeged, Béke u. Ált. Isk.
tanára: Szegfű Lászlóné

8. osztály

1. Faragó Dávid Szeged, Kossuth L. Ált. Isk.
tanára: Káity Károlyné

2. Mészáros Thomas SZTE JGYTFK Gyak. Ált. Isk.
tanára: Lakatos Ferenc

3. Jankó Zsuzsanna Szeged, Radnóti M. Gimnázium, tanára: Mező Tamás

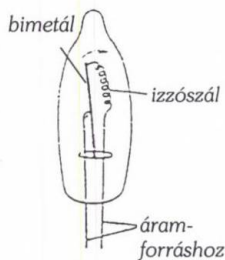
Jelenségmagyarázat

7. osztály

a) Az ábra egy olyan karácsonyfaizzó-fűzér egyik izzójáról készült, amely néhány másodperces világítás után kialszik, majd rövid idő után újra világít.

Fizikai ismereteid alapján magyarázd meg a működését!

b) A rajz szerinti összeállításban két, különböző vastagságú üvegcső van egymásba helyezve, és legbelül egy égő gyertya. Ha a vékonyabb üvegcsövet eltávolítjuk, a gyertya rövidesen elaszik. Magyarázd meg a jelenséget!



Magyarázat:

a) Az izzólámpában az izzószál mellett egy bimetal, azaz kettősfém és egy érintkező van. Amikor bekapcsolás után az izzószál felmelegszik, a kettősfém a két fém különböző hőtágulása miatt meggyöngyösödik, ezáltal eltávolodik az érintkezőktől és az áramkör megszakad. Ekkor az izzószál és a kettősfém hőmérséklete csökken, a kettősfém visszanyeri eredeti alakját és az áramkör záródik. A jelenség újra ismétlődik amíg az áramkör áramforráshoz van kapcsolva.

b) A gyertya lángja melegíti a levegőt. A meleg levegő felfelé száll és helyébe friss levegő áramolhat a két cső között felülről. Így a gyertya égéséhez szükséges oxigén biztosítva van.

Ha kiemeljük a belső üvegcsövet, a felfelé áramló meleg levegő és gázok nem teszik lehetővé azt, hogy friss, oxigéndús levegő jusson a gyertyához, ezért az „elalszik”.

7. osztályos feladatok és megoldások

1. feladat

100 g tömegű, 20°C hőmérsékletű cukor megolvasztásához $22,6\text{ kJ}$ energiára van szükség. A cukor fajhője $1210 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$, az olvadáspontja 160°C . Mennyi a cukor olvadáshője?

Megoldás:

$$m = 100\text{ g} = 0,1\text{ kg}$$

$$c = 1,21 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$T_0 = 160^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 140^\circ\text{C}$$

$$Q = 22,6\text{ kJ}$$

$$L_o = ?$$

$$Q = c_c \cdot m \cdot (T_0 - T_1) + L_o \cdot m$$

$$22,6\text{ kJ} = 1,21 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,1\text{ kg} \cdot 140^\circ\text{C} + L_o \cdot 0,1\text{ kg}$$

$$22,6\text{ kJ} = 16,94\text{ kJ} + L_o \cdot 0,1\text{ kg}$$

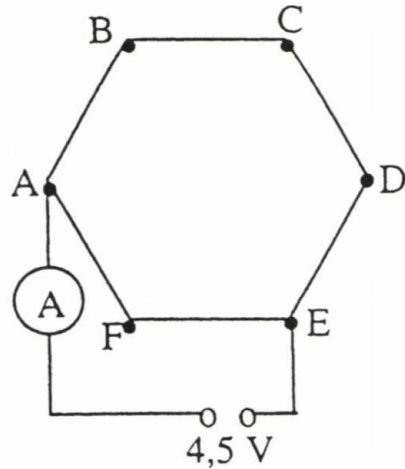
$$5,66\text{ kJ} = L_o \cdot 0,1\text{ kg}$$

$$L_o = 56,6 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

2. feladat:

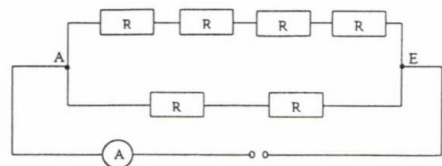
Merev huzalból szabályos hatszög alakú zárt vezetőkeretet készítünk, és az ábrán látható módon áramforrásra kapcsoljuk.

a) Határozd meg a hatszög egyik oldalát jelentő huzal ellenállását, ha az ampermérő által jelzett érték 500 mA .



b) Milyen hosszú konstantán huzalból készült a keret, ha $0,5 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ a fajlagos ellenállása és keresztmetszete 1 mm^2 ?

Megoldás:



a)

$$U = 4\text{ V}$$

$$I = 500\text{ mA} = 0,5\text{ A}$$

$$R_e = \frac{U}{I} = \frac{4,5\text{ V}}{0,5\text{ A}} = 9\Omega$$

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{4R} + \frac{1}{2R} = \frac{1}{4R} + \frac{2}{4R} = \frac{3}{4R} \Rightarrow R_e = \frac{4}{3}R$$

$$9\Omega = \frac{4}{3}R \quad R = 6,75\Omega$$

$$R = 9 \, \Omega$$

$$\rho = 0,5 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$A = 1 \text{ mm}^2$$

$$l = ?$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} \quad l = \frac{R \cdot A}{\rho}$$

$$l = \frac{9 \Omega \cdot 1 \text{ mm}^2}{0,5 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}} = \underline{\underline{18 \text{ m}}}$$

3. feladat

A hűtőszekrényből kivett hús tömege 1,5 kg, hőmérséklete 1 °C. A mikrohullámú sütőben 10 perc alatt melegítjük fel 80 °C hőmérsékletűre.

A sütő hasznos teljesítménye 600 W. Mekkora a hús fajhője?

Megoldás

$$m = 1,5 \text{ kg}$$

$$\Delta T = 79 \, ^\circ\text{C}$$

$$t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$$

$$P = 600 \text{ W} = 600 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

$$c = ?$$

$$\Delta E = P \cdot t; \quad \Delta E = 600 \frac{\text{J}}{\text{s}} \cdot 600 \text{ s}$$

$$\Delta E = 360 \text{ kJ}; \quad \Delta E = c \cdot m \cdot \Delta T$$

$$c = \frac{\Delta E}{m \cdot \Delta T}$$

$$c = \frac{360 \text{ kJ}}{1,5 \text{ kg} \cdot 79 \, ^\circ\text{C}} = \frac{360 \text{ kJ}}{118,5 \text{ kg} \cdot ^\circ\text{C}} \approx 3,0379 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\underline{\underline{c = 3,04 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}}}$$

4. feladat:

Mekkora a merülőforraló ellenállása, ha 230 V-os hálózatról üzemeltetve 2 liter 20 °C hőmérsékletű vizet 6 perc alatt forral fel és a forralás hatásfoka 0,84? Mennyibe kerül a víz felforralása, ha 1 kWh elektromos energia ára 23 Ft?

Megoldás:

$$U = 230 \text{ V}$$

$$T = 6 \text{ min} = 360 \text{ s}$$

$$V = 2 \text{ l} \Rightarrow m = 2 \text{ kg}$$

$$T_0 = 20 \, ^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 100 \, ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 80 \, ^\circ\text{C}$$

$$\eta = 0,84$$

$$c = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$R = ?$$

a)

$$\Delta E_{b(víz)} = c \cdot m \cdot \Delta T$$

$$\Delta E_{b(víz)} = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 2 \text{ kg} \cdot 80 \, ^\circ\text{C}$$

$$\Delta E_{b(víz)} = 672 \text{ kJ}$$

$$\Delta E_o = \frac{\Delta E_{b(víz)}}{\eta} = \frac{672 \text{ kJ}}{0,84}$$

$$\Delta E_o = 800 \text{ kJ}$$

$$\Delta E_o = W = U \cdot I \cdot t = \frac{U^2 \cdot t}{R}$$

$$R = \frac{U^2 \cdot t}{W} = \frac{(230 \text{ V})^2 \cdot 360 \text{ s}}{800000 \text{ J}} = \underline{\underline{23,805 \, \Omega}}$$

b)

$$W = 800 \text{ kJ} = 0,2 \text{ kWh}$$

$$\underline{\underline{\text{ár} = 0,2 \cdot 23 \text{ Ft} \approx 5,1 \text{ Ft}}}$$

$$\underline{\underline{\text{kb } 5 \text{ Ft-ba kerül}}}$$

Kísérletezz!

7. osztály

Rendelkezésedre áll:

- 1 db kavics (számozott)
- 1 db mérőhenger (a kavics nem fér bele)
- 1 db műanyag pohár
- 1 db műanyag kád
- 1 db rugós erőmérő
- külön edényben víz

Feladat:

Határozd meg a kavics sűrűségét! Ismertesd a mérés menetét! Írd le a szükséges számításokat is!

Tudománytörténet

8. osztály

A következő kérdésekben jelentős tudományos és technikai találmányok világhírű magyar megalkotói szerepelnek. A megadott válaszlehetőségek közül válaszd ki azt a nevet, akmelyikhez az adott találmány leginkább köthető!

Karikázd be a megfelelő név betűjelét!

– Találmánya alapján készítették el a világ első önálló tűztérrel rendelkező, jó hatásfokú, kis teljesítményű turbináját, amely olyan belső égésű hőerőgép volt, amely tüzelőanyaga termokémiai energiáját alakítja át hő- majd mechanikai energiává.

- a) Jendrassik György
- b) Bláthy Ottó Titusz
- c) Zipernovszky Károly
- d) Bródy Imre

– Legfontosabb találmánya 1930-ból származik, aminek lényege, hogy argon helyett olyan töltőgázt használt, amelynek nagy a molekulásúlya.

- a) Csonka János
- b) Jendrassik György
- c) Puskás Tivadar
- d) Bródy Imre

– Kezdeményezésére és vezetésével kezdtek foglalkozni a háromfázisú villamosvontatással a Ganz gyárban. Tervei alapján villamosították Európa első fővasútvonalát Olaszországban.

- a) Puskás Tivadar
- b) Kandó Kálmán
- c) Csonka János
- d) Bláthy Ottó Titusz

– Villamos hajtású fiáker és léghajót is tervezett Párizsban.

- a) Jendrassik György
- b) Déri Miksa
- c) Puskás Tivadar
- d) Kandó Kálmán

– A felvonók biztonságos üzemeltetését szolgáló repulziós motort tervezett és alkotott, amelyet később róla neveztek el.

- a) Déri Miksa
- b) Kandó Kálmán
- c) Bláthy Ottó Titusz
- d) Csonka János

– A párizsi világkiállításon aranyérmet nyert 1900-ban a vízturbináknál alkalmazható műszaki találmányaért.

- a) Zipernovszky Károly
- b) Jendrassik György
- c) Déri Miksa
- d) Bláthy Ottó Titusz

– A párhuzamosan kapcsolt transzformátorokon alapuló váltakozó áramú energiaelosztó rendszer kifejlesztésében vezető szerepet játszott.

- a) Bródy Imre
- b) Zipernovszky Károly
- c) Bláthy Ottó Titusz
- d) Kandó Kálmán

Feladatok és megoldások

8. osztály

1. feladat:

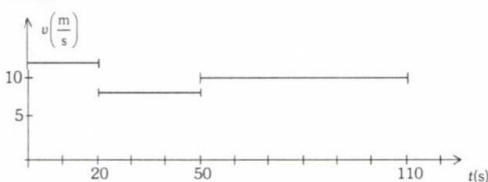
Egy nyúl 20 s-ig $12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel, majd fél percig

$8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel, egy percig $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel haladt.

Mindegyik szakaszon egyenes vonalú egyenletes mozgást végez.

- a) Rajzold meg a mozgás sebesség-idő grafikonját!
- b) Rajzold meg a mozgás út-idő grafikonját!
- c) Határozd meg, mekkora volt a nyúl átlagsebessége a mozgás során!

Megoldás:



b)

$$v_1 = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad v_2 = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad v_3 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

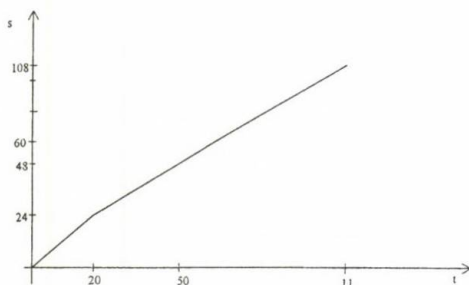
$$t_1 = 20 \text{ s} \quad t_2 = 30 \text{ s} \quad t_3 = 60 \text{ s}$$

$$s_1 = ? \quad s_2 = ? \quad s_3 = ?$$

$$s_1 = v_1 \cdot t_1 = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 20 \text{ s} = \underline{240 \text{ m}}$$

$$s_2 = \underline{240 \text{ m}}$$

$$s_3 = \underline{600 \text{ m}}$$



c)

$$s_0 = s_1 + s_2 + s_3 = 1080 \text{ m}$$

$$t_0 = t_1 + t_2 + t_3 = 110 \text{ s}$$

$$v_{\text{átl.}} = \frac{s_0}{t_0} = \frac{1080 \text{ m}}{110 \text{ s}} = \underline{\underline{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

2. feladat

Az országúton $54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel halad egy autó.

Amikor éppen egy, az úton álló motoros mellé ér, mindketten $4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ gyorsulással kezdenek ugyanabba az irányba mozogni.

a) Mekkora lesz köztük a távolság 5 s múlva?

b) Mekkora a sebességkülönbség köztük a találkozáskor és mekkora lesz 5 s múlva?

Megoldás:

a)

(1)

$$s_m = \frac{a}{2} \cdot t^2 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 25 \text{ s}^2 = 50 \text{ m}$$

$$s_0 = v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2 = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 5 \text{ s} + 50 \text{ m} = 75 \text{ m} + 50 \text{ m}$$

$$\underline{\underline{\Delta s = 75 \text{ m}}}$$

(2) A köztük lévő távolságot az eredményezi, hogy az autónak

$$v_0 = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

kezdősebessége is volt.

Ezzel a v_0 -al 5 s alatt $s = v_0 \cdot t = \underline{75 \text{ m}}$ -t tesz meg.

b) Kezdetben

$$v_m = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad v_a = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \Delta v = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

egymáshoz képest nem gyorsulnak; így $\Delta v = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ lesz 5 s múlva is.

3. feladat

Egy képzőművészeti kiállításon hét egymásra helyezett kocka volt látható. Az alsó kocka $500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

sűrűségű fenyőfából, a felső ugyanakkora tömegű ólomüvegből készült. A két kocka együttes tömege 1 tonna. Ha felcserélve helyezték volna egymásra a két kockát, akkor 30000 Pa-lal nagyobb lett volna a talapzatra gyakorolt nyomás. Az alsó kocka mindkét esetben teljes lapjával érintkezik a talapzattal. Mekkora az ólomüveg sűrűsége?

Megoldás:

$$m_f = m_{\bar{u}} = 500 \text{ kg}$$

$$m_0 = 1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}$$

$$\rho_{fa} = 500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_{\bar{u}} = ?$$

$$V_f = \frac{m_f}{\rho_f}; \quad V_f = \frac{500 \text{ kg}}{500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 1 \text{ m}^3$$

↓

a kocka éle: $a_f = 1 \text{ m}$

egy lapjának területe: $A_f = 1 \text{ m}^2$

$$p_1 = \frac{F}{A_1} = \frac{10000 \text{ N}}{1 \text{ m}^2} = 10000 \text{ Pa}$$

$$p_2 = p_1 + 30000 \text{ Pa} = 40000 \text{ Pa}$$

$$A_2 = \frac{F}{p_2}$$

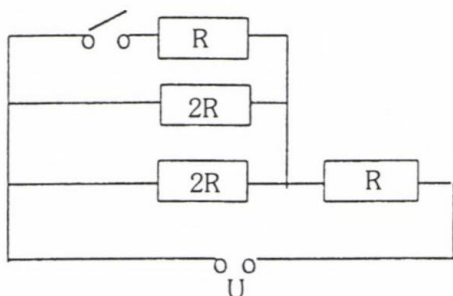
$$A_2 = \frac{F}{p_2} = \frac{10000\text{N}}{40000\text{Pa}} = 0,25\text{m}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_{\bar{u}} = 0,5\text{m} \Rightarrow V_{\bar{u}} = 0,125\text{m}^3$$

$$\rho_{\bar{u}} = \frac{m_{\bar{u}}}{V_{\bar{u}}}; \quad \rho_{\bar{u}} = \frac{500\text{kg}}{0,125\text{m}^3} = 4000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

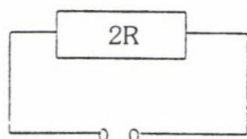
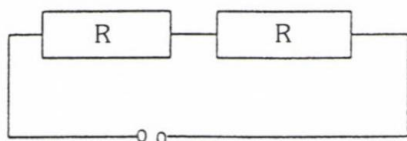
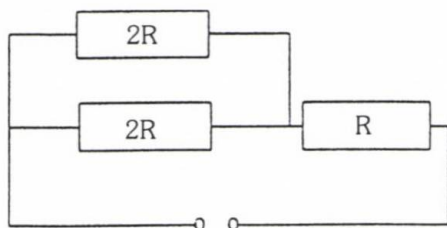
4. feladat

Az ábrán látható áramkörben R értéke $10\ \Omega$. Mekkora a feszültség, ha a kapcsoló zárásakor a teljesítmény 15 W -tal nő?



Megoldás:

Nyitott kapcsoló esetén.



$$R_e = 20\ \Omega$$

$$I_{ny} = \frac{U}{20\Omega}$$

$$P_{ny} = U \cdot I_{ny} = \frac{U^2}{20\Omega}$$

Zárt kapcsoló esetén:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{10\Omega} + \frac{1}{20\Omega} + \frac{1}{20\Omega} =$$

$$= \frac{2+1+1}{20\Omega} = \frac{4}{20\Omega} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_{e1} = \frac{20\Omega}{4} = 5\Omega$$

$$R_e = 5\Omega + 10\Omega = 15\Omega$$

$$I_z = \frac{U}{15\Omega}$$

$$P_z = U \cdot I_z = \frac{U^2}{15\Omega}$$

$$P_z - P_{ny} = 15\text{W}$$

$$\frac{U^2}{15\Omega} - \frac{U^2}{20\Omega} = 15\text{W}$$

$$\frac{4U^2 - 3U^2}{60\Omega} = 15\text{W}$$

$$U^2 = (15 \cdot 60)\text{V} \cdot \text{A} \cdot \frac{\text{V}}{\text{A}}$$

$$U^2 = 900\text{V}^2$$

$$\underline{\underline{U = 30\text{V}}}$$

Kísérletezz!

8. osztály

Rendelkezésre áll:

- egy összeszerelhető állvány
(kék alaplap, 2 fémrúd, 1 szorítódíó)
- 2 db rugó
- 1 db egyenes vonalzó
- 1 filctoll
- 3 db egyenként 50 g tömegű felakasztható test.

Feladat:

Méréssel határozd meg, hogy melyik rugónak nagyobb a rugóállandója. Mekkora ez az érték?

Dr. Pintér Ferenc

A fizika története III. rész

Középkor (VI–XIV. sz.)

VI. század vége – megszülettek az első elképzések a mechanikai órákról. Az első, **mechanikai elven működő órák** kivitelezése a veronai Pacifikusznak tulajdonítható (IX. sz. kezdete). Megbízhatóan ismert, hogy az egyszerű mechanikai órákat (toronyórák) először Milánóban készítették el 1335-ben.

XI. század – *Al Hazen* (arab természettudós, matematikus; 965–1039) a fízológiai optika területén végez vizsgálatokat.

– Az ókori görög gondolkodók látósugár elméletét felváltja *Al Hazen* látáselmélete, amely szerint a tárgyak képét a tárgyról kiinduló sugarak hozzák létre, amelyek a szembe jutva váltják ki a látás érzetét.

– *Al Hazen a fény visszaverődését és törését vizsgálva* pontosította a visszaverődést leíró formulát, elsőként állapította meg, hogy a tükörrre beeső, a tükörről visszavert fénysugarak és a beesési merőleges egy síkban helyezkednek el. *Al Hazen* vizsgálta a fénysugarak visszaverődését homorú tükrökről is.

– Az *Al Hazen* munkásságát összefoglaló könyv az „Optika kincsei” címmel 1572-ben jelent meg latinul.

– Először bontják két – vízszintes és merőleges – komponensre az elhajított test sebességét (*Al Hazen*).

– Az arabok újra felfedezik, hogy a mágnesűk adott irányba állnak be. Ezt a jelenséget a kínaiak i.e. 2700 évvel már ismerték. Európában az iránytű a XII. sz.-ban jelent meg.

– *Al Birumi* (perzsa matematikus és csillagász; 973–1048) kidolgozta a **nem szabályos testek térfogatának** kifolyó edény segítségével

történő meghatározási módszerét. Ennek segítségével tiszta fémek, ötvözetek, drágakövek fajsúlyát határozta meg.

– *Omar Khájjám* (1048–1131) tökéletesíti a **tömeg- és a fajsúlymérés** módszerét.

1121 – *Al Hazini* a „Bölcsesség mérlege” c. munkájában foglalta össze a középkori fizika eredményeit. Megadta több, mint 50 szilárd és folyékony halmazállapotú anyag fajsúlyát. Úgy vélte, hogy Arkhimédész törvénye levegőben is igaz. Megállapította, hogy **a víz fajsúlya függ a hőmérséklettől, a testek tömege arányos a testben levő anyag mennyiségével, a sebesség a megtett út és az út megtételéhez szükséges idő hányadosával mérhető**. Leírta a sűrűségmérő (aerométer) működési elvét és négyféle megvalósítási lehetőségét.

1269 – Megjelent az **első leírás a mágneségről** „Üzenet a mágnesről” címmel, amelyben *P. Peregrino* tárgyalja a mágneses anyagok tulajdonságait, a **mágneses pólusok meghatározási módszerét**, a mágneses pólusok kölcsönhatását, az érintkezési mágnesezést, a **mágneses indukció jelenségét**, a mágnesek néhány technikai alkalmazását. Ez a mű nyomtatásban 1558-ban került kiadásra.

1271 – Megjelent *Erasmus Vitello* (lengyel fizikus és matematikus; a XIII. sz. második felében élt) kézirata az optikáról, amely széles körben elterjedt a középkorban (nyomtatásban 1533-ban jelent meg). Ebben Euklidész és *Al Hazen* eredményeinek tárgyalásán kívül megtalálható a **fénysugarak megfordíthatóságának törvénye** törés esetén, annak bizonyítása, hogy a **parabolatükröknek egy fókuszpontja van**, illetve a szivárvány részletes vizsgálata.

XIII. század – Roger Bacon (angol természet-filozófus; 1219–1292) elsőként határozta meg a **homorú gömbtükrök fókusz-távolságát**, felfedezte a homorú gömbtükrök szférikus akkerációját (**gömbi eltérés**) és kimutatta, hogy ez a jelenség a parabolatükrök esetében nem lép fel, kidolgozta a **távcsövek elvét**, elsőik között említette az optikai lencsét, mint a tudományos vizsgálatok eszközeit. R. Bacon a kísérleti módszerek alkalmazásának előfutára, az ismeretszerzés alapjának a tapasztalatot tekintette.

1310 – T. Teotonikus **értelmezi a szivárvány keletkezését**, de a színek sorrendjéről nem beszél. A szivárvány keletkezésének első helyes magyarázatát Al Farizsnek tulajdonítják (kb. 1280).

XIV. sz. kezdete – Bevezetik a **pillanatnyi sebesség és gyorsulás fogalmát**. Vizsgálják a gyorsulás és lassulás kérdését egyenletesen változó mozgások esetén.

XIV. század – Jean Buridan (francia skolasztikus gondolkodó; kb. 1295–1358) és Nicole Oresme (francia matematikus, fizikus; 1323–1382) Arisztotelésszel szemben azt állította, hogy az **állandó erő hatására gyorsuló mozgás jön létre**, a magára hagyott test pedig azért mozog, mert „impetusa” (kezdeti lendülete, impulzusa, energiája) van.

– J. Buridan már használja az „anyagmennyiség” fogalmát.

– **A mozgásokat haladó és forgó, valamint egyenletes és változó mozgásokra osztották fel.**

– Bevezették az **egyenletesen változó mozgás és a szögsebesség** fogalmát.

– N. Oresme a sík koordináta-rendszer bevezetésével a **mozgásokat grafikonokon ábrázolja** és felállítja az egyenletesen változó mozgások törvényét, megadva a test által megtett út és az út megtételéhez szükséges idő kapcsolatát. A tudományos munkákban ez időtől kezdve megjelennek a sebességgrafikonok és a kinematikai bizonyítások geometriai jellegűekké válnak.

Reneszánsz kor (XV–XVI. sz.)

XV. század – Vizsgálják a **szabadesést**, a **vízszintes irányban eldobott test mozgását**, a testek **ütközését**, bővítik az erő **forgatónyomatékának** fogalmát, meghatározzák a tetraéder tömegközéppontját. Megvalósítják az erőátvitel (fogaskerék, szíjátvitel, kardántengely és mások) több lehetőségét (Leonardo da Vinci, olasz festő, szobrász, építész, természetkutató; 1452–1519).

– A dinamika kezdete (tisztázzák a testek tehetetlenségének természetét; felismerik, hogy a hatás egyenlő az ellenhatással és azzal ellentétes irányú).

– Tanulmányozzák a **súrlódás mechanizmusát és hatását az egyensúly feltételére** vonatkozóan, meghatározzák a **súrlódási együtthatót**, felállítják a súrlódás törvényét, felfedezik a **közegellenállást és a felhajtóerőt** (Leonardo da Vinci).

– Leonardo da Vinci vizsgálja a **látás törvényeit**, leírja a sötétkamrát, grafikusan ábrázolja a fénysugár útját lencsékben. Vizsgálja a **hang visszaverődését** és megfogalmazza azt az elvet, hogy a hanghullámok terjedése nem függ a hangforrások típusától.

1440 – Nicolaus Cusanus (német filozófus; kb. 1401–1464) elkészíti az első gyapjúszálas **higrométert**.

– 1664-ben F. da Poppi pergament papíros, 1781-ben Jean Delux bálnabajusz, 1783-ban H. de Sossur hajszál higrométert készít.

– Leonardo da Vinci megfogalmazza az **örökmozgó lehetetlenségének elvét**.

1490 körül – Leonardo da Vinci megfigyelve a folyadékok felemelkedését vékony csövekben, felfedezi a **kapilláris jelenséget**.

XV. század – N. Cusanos továbbfejleszti azt az elképzelést, hogy a **mozgás a testek lényege**, a világegyetemnek nincs mozdulatlan középpontja, a **világegyetem végtelen**, a **Föld és az égitestek ugyanabból az őanyagból állnak**.

1543 – Megjelent Nikolausz *Kopernikusz* (lengyel csillagász, kanonok; 1473–1543) munkája „Az égi szférák forgásáról” címmel, amelyben a **heliocentrikus világrendszert** írja le.

1544 – Georg *Hartmann* (német feltaláló; 1489–1564) felfedezi a **mágneses inklináció** jelenségét.

XVI. század – Franciscus *Maurolyco* (olasz matematikus és fizikus; 1494–1575) 1567-ben „Tanulmány a világról” címmel írt dolgozatot (nyomtatásban halála után, 1611-ben jelent meg). Ebben a dolgozatban a **fény egyenesvonalú terjedésével, visszaverődésével, törésével, a szivárvány** jelenségével, a szem felépítésével, a látás mechanizmusával foglalkozik. *Maurolyco* magyarázatát adta a **látáshibáknak** (közel- és távollátás), leírta a szemüveg hatását. Kimutatta, hogy a **domború lencsék gyűjtőlencsék, a homorú lencsék pedig szórólencsék** és azt, hogy a plánpárhuzamosan eltolódnak. Elsőként említi, hogy a szivárvány hét színű (nem három színű, mint korábban hitték) és vizsgálta a **fény törését optikai prizmákban**.

1558 – megjelent Giambattista della *Porta* (olasz fizikus, korának kiváló kísérletezője; 1534–1615) írása „Természetes mágia” címmel, amely sok új megfigyelés leírását tartalmazta (pl. a domború tükrök mindig egyenesállású képet adnak, a **sötétkamra segítségével a tárgyakról kép állítható elő és vetíthető** (a vetítőkészülék elve), szerepel a látás elméleti magyarázata és néhány adat a mágnességről, stb.

1575 – Nícolas *Monardes* (spanyol természetű tudós; kb. 1493–1588) megfigyeli a **fluoreszcencia sugárzást**.

1583 – Galileo *Galilei* (olasz fizikus, csillagász; 1564–1642) felfedezi, hogy az **inga lengésideje állandó**.

1584 – Giordano *Bruno* (olasz gondolkodó; 1548–1600) kiadja dialógusát „A végtelenről, a világegyetemről és a világunkról” címmel. Ebben a műben írja le azt az elképzelését, hogy a **világegyetem végtelen, a Naprendszeren kívül más bolygórendszerek is léteznek**, új bolygók felfedezése hogy lehetséges a Naprendszeren belül, illetve azt, hogy a Nap és a csillagok saját tengelyük körül forognak és hogy a **természet törvényei egységesek**.

1585 – Megjelent Giambattista *Benedetti* (olasz fizikus és matematikus; 1530–1590) munkája „Különböző matematikai és fizikai megfontolások” címmel, amelyben az inercia elvet írja le, amelyet a mozgó testek gyorsulásának magyarázatára alkalmaz, sejtését a **centripetális erőre** vonatkozóan és a **hidrosztatikai paradoxon** bizonyítását. G. Benedetti a felhajtóerő elméletének egyik kidolgozója.

1586 – Megjelent Simon *Stevin* (holland fizikus, matematikus, mérnök; 1548–1620) munkája a „Sztatika elemei” címmel, amelyben tárgyalja az örökmozgó megvalósításának lehetetlenségét, eredeti bizonyítását adja a **lejtőn elhelyezett test egyensúlyi feltételének**, leírja az **erők összetevésének törvényét (erőparalelogramma)**, tárgyalja az **erők felbontását** két egymásra merőleges összetevőre. **A csigasor egyensúlyi helyzetét** tanulmányozva megfogalmazta a **virtuális elmozdulás elvét**. Új bizonyítását adta az Archimédész-törvénynek és igazolta a hidrosztatikai paradoxont. Ez a munka tekinthető az ókori sztatika befejezésének.

1589 – G. *Porta* a „Magia naturalis” című munkájában írja le az ún. **holland távcsövet** azzal a megjegyzéssel, hogy rövidlátó barátai a készüléket sikerrel használták.

XVI. sz. vége – Holland mesterek elkészítik az első távcsövet. A távcső megjelenését Zacharias *Jansen* nevéhez (holland optikus; 1580–1653) kapcsolják, aki másokkal együtt 1608-ban felta-

lálta a domború és homorú lencséből álló távcsövet.

1590 – Megjelent a **mikroszkóp** olasz modellje. 1604-ben Z. Jansen, 1610–1614 között G. Galilei épített mikroszkópot.

1592 – G. Galilei a **hőmérséklet mérésére termoszkópot** készített, amely a jelenlegi hőmérők elődje (erről először F. Bacon írt 1620-ban).

A fizika, mint tudomány kialakulásának periódusa (XVII. sz. kezdete – XVII. sz. 80-as évei)

1600 – Megjelent William Gilbert [zsilbert] (angol fizikus; 1544–1603) „A mágnesről, a mágneses testekről és a Földről, mint nagy mágnesről” c. tanulmánya, amelyben lerakta az **elektrosztatika és a magnetosztatika alapjait**.

1603 – V. Kaszkariolo felfedezte a **foszforeszcencia jelenségét**.

1604 – Megjelent Johannes Kepler (német tudós, az égi mechanika egyik megalkotója; 1571–1630) „Kiegészítések Vitteliushoz” c. optikai tárgyú tanulmánya, amelyben Kepler látáselmélete, a sötétkamra elmélete, a fotometria egyik alaptörvénye – a **megvilágítás-erősség fordítva arányos a fényforrástól mért távolság négyzetével** –, a fókusz fogalma és a lencsetörvény található.

1604–09 – G. Galilei felállította a **ferdehajítás törvényét** és kimutatta, hogy a lejtő mentén történő mozgás során a gyorsulás értéke állandó.

1604 – Cornelius Drebbel (holland optikus, filozófus; 1572–1633) kísérletileg vizsgálja a **testek hőtágulását**.

1607 – G. Galilei kísérleteket végzett a **fény sebességének meghatározása céljából**.

1609 – Megjelent J. Kepler „Új csillagászat” c. tanulmánya, amelyben a **bolygómozgás első két törvényét** –

1. Valamennyi bolygó olyan alakú pályát ír le, amelynek egyik gyújtópontjában a Nap van.

2. A Napot és a bolygót összekötő képzelte vonal egyenlő időközökben egyenlő területeket sűrol. – és azt a gondolatot tárgyalja, hogy a tömegvonzás minden égitest tulajdonsága.

– G. Galilei **távcsövet** készített (Galilei-féle nagy hollandi távcső) csillagászati megfigyelések céljára (az optikai csillagászat kezdete). 1608-ban hasonló távcsövet készített Hans Lippershey (holland optikus; 1587–1619) is. – Elkészítették az első termosztátot (hőszabályzót).

1611 – Megjelent J. Kepler „Dioptrika” c. tanulmánya, amelyben a holland távcső elméletével, a két domború lencséből álló **csillagászati teleszkóp** (Kepler-féle látcső) konstrukciójával foglalkozik a szerző. Kepler ebben a tanulmányában fogalmazta meg az elemi geometriai optikát.

– Megjelent Marko Antonije Dominis (olasz fizikus; 1560–1626) tanulmánya, amelyben elsőként foglalkozik a prizma színszórásával.

1616 – Niccolo Zucchi (olasz fizikus és csillagász; 1586–1670) elkészítette az első tükrös távcsövet.

1619 – „A világegyetem harmóniája” címmel megjelent J. Kepler írása, amely többek között a bolygók mozgásának harmadik törvényét tartalmazza:

A különböző bolygók Nap körüli keringési időinek négyzetei úgy aránylanak egymáshoz, mint a Naptól való középtávolságuknak a köbei.

1620 – Megjelent F. Bacon „Új Organon” c. munkája, amelyben először szerepel az az elképzelés, hogy a **hő nem más, mint mozgás**. A későbbiekben – a kinetikus hőelmélet kidolgozása során – ezt a gondolatot fejlesztette tovább Robert Boyle [bojl] (angol kémikus, fizikus, filozófus; 1627–1691) is, aki 1675-ben bemutatta a rendezett mozgás rendezetlen **hőmozgássá**, hővé alakulását. Ezzel a kérdéssel foglalkozott Robert Hooke [huk] (angol fizi-

kus; 1635–1703), Johann *Bernoulli* [bernulli] (svájci matematikus és fizikus; 1667–1748), Daniel *Bernoulli* (svájci matematikus és fizikus; 1700–1782) és mások.

1621 – Willebrord *Snellius* [sznelliusz] (holland tudós; 1580–1626) kísérleti optikai vizsgálataiban **felfedezi a fény törésének törvényét**.

1623 – G. *Galilei* felismeri, hogy a mechanikai jelenségek azonosan játszódnak le minden inerciarendszerben. Mechanikai kísérletekkel nem lehet különbséget tenni a feltételezett abszolút nyugalomban levő vonatkoztatási rendszer és a hozzá képest egyenesvonalúan egyenletesen mozgó vonatkoztatási rendszer közt (**Galilei-féle relativitási elv**). Tetszőleges inerciarendszerekből egy másikba való áttérés a Galilei-transzformáció segítségével történik.

Végtelen sok inerciarendszer létezik, amelyek egymással egyenértékűek és fizikai kísérletekkel nem lehet közöttük különbséget tenni. Annak a feltételezésén alapszanak, hogy létezik abszolút idő és abszolút tér, azaz egy abszolút nyugvó vonatkoztatási rendszer.

A koordináta rendszert inerciarendszernek nevezzük, ha benne a Galilei-féle tehetetlenségi elv érvényes: „Minden magára hagyott test, amelyet semmilyen külső hatás nem ér, egyenesvonalú és egyenletes mozgást végez”.

1625 – Francesco *Stelluti* (olasz természettudós és költő; 1577–1651 után) először használta tudományos vizsgálatok céljára a mikroszkópot.

1628 – Benedetto *Castelli* (olasz matematikus és fizikus; 1578–1643) felismeri, hogy a csövekben **áramló folyadékok áramlási sebessége fordítottan arányos a cső keresztmetszetével**.

1631 – Jean *Rey* (francia orvos, alkimista; 1582–1645) **folyadékos hőmérőt** készített.

1632 – Megjelent G. *Galilei* „Párbeszéd a két legnagyobb világrendszerről, a ptolemaosziról és a kopernikusziról” c. munkája, amely-

ben többek között a tehetetlenség- és a relativitás elve is megtalálható.

1635 – Nicolas *Aggiunti* [adzsiunti] (olasz fizikus; 1600–1635) felismeri, hogy **a víz térfogata fagyáskor növekszik**.

– 1667-ben Christian *Huygens* [hájgensz] (holland fizikus, mechanikus, matematikus és csillagász; 1629–1695) is megfigyelte ezt a jelenséget, sőt korábban G. *Galilei* is említést tett róla. – Otto *Guericke* [gerike] (német fizikus; 1602–1686) feltalálta a **dugattyús légszivattyút**.

1637 – Megjelent René *Descartes* [dékárt] (francia filozófus, fizikus, matematikus és fiziológus; 1596–1650) „Dioptrika” (Sugártöréstan) c. tanulmánya, amelyben az éter-hipotézist, mint a fényt vivő anyagot tárgyalja, elméleti igazolását adja az 1630-ban kimondott fénytörés törvényének és tárgyalja a szivárvány keletkezésének elméletét.

1638 – Megjelent G. *Galilei* „Beszélgetések és matematikai bizonyítékok a két új tudományról” c. munkája, amely többek között a szabadesés törvényét – az eső test sebességének az idővel, a megtett útnak az idő négyzetével való arányosságát –, annak felismerését, hogy a **földi gravitáció** okozta gyorsulás független a test tömegétől, az anyagok szilárdságának problémáját, a **vektorok összeadásának** törvényét tartalmazza. Ez a mű *Galilei* tudományos alkotómunkásságának csúcspontja.

– G. *Galilei* leírta a vízszintes, a ferde és a függőleges hajítás 1608-ban általa felfedezett törvényeit.

1639 – Marcus *Marzi* [marci] (cseh tudós; 1595–1667) kiadta „A mozgás megoszlása vagy az ütközési szabály” című, az ütközések kérdéskörével foglalkozó tanulmányát.

1641 – Pierre *Gassendi* [gasszendi] (francia filozófus és tudós; 1592–1655) kísérleteket folytat a Galilei-féle relativitási elv igazolására.

– Elkészítették az **első alkoholos hőmérőt**. Az alkoholos hőmérőt Evangelista *Torricelli*

[toricelli] (olasz fizikus és matematikus; 1608–1647) mutatta be 1646-ban.

– Megjelent E. Torricelli „A szabadon eső és az elhajított testek mozgásáról” c. munkája, amelyben a lejtőn elhelyezkedő test egyensúlyának törvénye, a **tömegközéppont mozgásának elve**, a ferdén elhajított test mozgása, a mozgás pályájának parabolikus jellege és más ballisztikai problémák szerepelnek.

– E. Torricelli megadta azt a formulát, amely nyitott edény esetén a folyadék kis nyíláson keresztül történő kiáramlási sebességét adja meg (Torricelli-formula).

1643 – E. Torricelli felfedezte a **légköri nyomást**. Az első kísérletet a légköri nyomás bizonyítására Vincenzo Viviani (olasz tudós; 1622–1703) végezte el Torricelli útmutatása alapján higannyal.

1644 – E. Torricelli értelmezi V. Viviani kísérletének eredményét.

– **Először állítanak elő vákuumot** (Torricelli-űr).

– Torricelli elkészítette az első **higanyos barométert**. A barométer elnevezés R. Boyle-tól származik 1662–63-tól kezdve.

– Megjelent R. Descartes „A filozófia alapjai” c. munkája, amelyben először fogalmazódott meg a tehetetlenség (inercia) és a **mozgásmennyiség** (impulzus, lendület) megmaradásának descartes-i törvénye (Descartes a sebességet skaláris mennyiségnek tekintette), valamint a mágnesség elméletének tárgyalása. A mozgásmennyiség fogalma R. Descartes-nál szerepel először és **megmaradásának** törvényét 1639-ben fogalmazta meg.

1647 – Blaise Pascal [paszkál] (francia matematikus, fizikus és filozófus; 1623–1662) javaslata alapján kimutatják, hogy a **légköri nyomás csökken a magassággal**.

1648 – M. Marzi felfedezi a **fénydiszperzió** jelenségét.

1653 – B. Pascal felállítja az egyenletes nyomásmeloszlás törvényét, amely kimondja, hogy ha zárt térfogatú folyadékokra vagy gázra külső nyomás hat, akkor a benne uralkodó nyomás mindenhol egyenlő és merőleges a tartály falára (**Pascal törvénye**). Ezt a törvényt 1663-ban publikálta az „Egyensúly a folyadékokban” c. tanulmányában.

1654 – O. Guericke a **magdeburgi félgömbökkel** bemutatja a légköri nyomás létezését igazoló kísérletét.

1655 – Elkészítették az **első higanyos hőmérőt**.

1657 – Ch. Huygens **indítószervezettel ellátott ingaórát** készített (az inga felhasználását órák készítésére G. Galilei javasolta 1636-ban).

1660 – R. Hooke felfedezte a **rugalmas alakváltozások alaptörvényét** (Hook-törvénye), amely szerint a deformáció arányos a deformációt létrehozó erővel. Ezt a törvényt 1675-ben mondta ki és 1678-ban publikálta. A **nyújtás, hajlítás, csavarás alaptörvényeit** D. Bernoulli, L. Euler és Charles Coulomb [külön] (francia fizikus; 1736–1806) tisztázták a XVIII. században.

– R. Boyle és R. Hooke tökéletesítette O. Guericke **légszivattyúját** (Boyle-szivattyú).

1661 – R. Boyle és Richard Townley [taunlej] (angol természettudós; a XVII-XVIII. sz. fordulóján élt) felfedezték, hogy a gázok nyomása és térfogata fordítottan arányos. Ehhez a megállapításhoz 1676-ban Edme Mariotte [mariott] (francia fizikus; 1620–1684) is eljutott (**Boyle-Mariotte-törvény**).

– R. Boyle „A szkeptikus kémikus” c. munkájával lefektette a tudományos vegytan alapjait és először írt a **kémiai elem fogalmáról**, mint a testek legegyszerűbb alkotórészéről.

1662 – Pierre de Fermat [ferma] (francia matematikus és fizikus; 1601–1665) megfogalmazta a geometriai optika alapelvét, a leggyorsabb fény-

út elvét, amely szerint a fénysugár két pont között úgy terjed, hogy az optikai úthossz – törésmutató és a geometriai úthossz szorzata – szélső érték, legtöbbször minimum (**Fermat-elv**).

1663 – James Gregory (skót matematikus és csillagász; 1638–1675) leírja a tükrös látcső tervét, amelyet 1674-ben készítettek el.

– E. Sommerset **gőzgépet épített** (Londonban az ilyen típusú gőzgép segítségével 25 m magasra szivattyúzták a vizet).

1665 – Kiadják Francesco Grimaldi (olasz tudós; 1618–1663) „Fizikai és matematikai kutatások a fény és a színek terén” c. munkáját, amelyben szerepel a **fényelhajlás** jelenségének felfedezése is.

– Megjelent R. Hooke „Micrographia” c. tanulmánya, amely a mikroszkóp leírását, a mikroszkóppal történő megfigyeléseket, a diffrakció jelenségét, a vékony rétegek színeit és a **fény tranzverzális hullám** voltának hipotézisét tartalmazza.

1665-66 – Newton kimondta, hogy a **tömegvonzás nagysága fordítva arányos a kölcsönható testek távolságának négyzetével**.

1665 – Ch. Huygens és R. Hooke javasolják, hogy a **hőmérők alappontjai a jég olvadáspontja és a víz forráspontja** legyenek. 1694-ben Carlo Renaldini (olasz fizikus és matematikus; 1615–1698) is ezt javasolta.

1666 – Giovanni Borelli (olasz matematikus és természettudós; 1608–1679) azt vélte, hogy „a bolygókat a Nap körüli pályán a Nap vonzása és egy ellenkező irányú, ugyanakkora erő egyensúlyba tartja”. Ezt az egyensúlyi erőt 1673-ban Ch. Huygens határozta meg és **centripetális erőnek** nevezte el.

– Newton újra felfedezte a fénydiszperzió jelenségét, a fehér fény színeire való felbontását prizmával, felfedezte a **kromatikus aberrációt** (színi eltérés) és kidolgozta a **fény korpuszkuláris elméletét**. Eredményeit 1672-ben és

1675-ben írta le „A fény és a színek elmélete” c. tanulmányában, amelyek az 1704-ben megjelent „Optika” c. könyvének alapjául szolgáltak.

1668 – Newton **tükrös** távcsövet készített, amelynek elvét 1663-ban J. Gregory írta le.

1668-69 – Christopher Wren (angol építész és természettudós; 1632–1723) és Ch. Huygens először mondták ki, hogy **két ütköző test mozgási energiájának összege változatlan**.

1669 – Erasmus Bartholin [bartolin] (dán fizikus és matematikus; 1625–1698) felfedezte a **fény kettőtörését izlandi pát kristályon**.

– Hennig Brand (német kémikus; XVII. sz.-ban élt) a **kemilumineszcenciát** fedezte fel.

– Ch. Huygens „A testek mozgása ütközés hatására” c. munkájában írja le a testek centrális ütközésének elméletét, az **impulzus (mv) megmaradásának** és az „**eleven erő**”-nek (mv^2) a törvényét. Az „eleven erő” fogalmát (**mozgási energia**), mint a mechanikai mozgás mértékét Gottfried Wilhelm Leibniz [lejbnic] (német tudós és filozófus; 1646–1716) vezette be 1686-ban és fogalmazta meg az „eleven erő” megmaradásának törvényét.

1670 – G. Borelli kimutatta, hogy légüres térben is észlelhetők kapilláris jelenségek és megfigyelte, hogy a **hajszálcsőben a folyadékmagasság fordítva arányos a cső átmérőjével**.

1672 – O. Guericke elkészítette és bemutatta a **sztatikus elektromos töltést termelő gép ővét**.

1673 – Megjelent Ch. Huygens „Ingaórak” c. munkája, amelyben a fizikai inga elméletét, a **tehetetlenségi momentum** fogalmát és a **centripetális erőtvényt** írta le.

1675 – R. Hooke „Kísérlet a Föld mozgásának bebizonyítására megfigyelések alapján” c. munkájában tárgyalta a világrendszerrel alkotott elképzeléseit és egyetemes érvennyel megfogalmazta az **általános tömegvonzás** lényegét.

– Denis Papin (francia származású fizikus; 1647–1712) felfedezte, hogy a **víz forráspont-**

ja függ a nyomástól (alacsony nyomáson a forráspont kisebb, mint 100°C).

– D. Papin Ch. Huygens ötlete alapján elkészítette az **első hasznos munkát végző gőzgépet**.

– Ch. Huygens feltalálta a **rugós órát**. Az óra szabályozásához rugórezgést használt fel.

1676 – René-Antoine Réaumur [reomjur] (dán csillagász; 1644–1710) a Jupiter bolygó holdjainak fogyatkozását tanulmányozva meghatározta a **fény sebességét**, amelynek értékére 214000 km/s adódott. Ezideig Giovanni Battista Porta (olasz tudós; 1535–1615), J. Kepler, R. Descartes és mások úgy vélték, hogy a fény terjedéséhez nem szükséges idő, a fény sebessége végtelen nagy.

1678 – Ch. Huygens megalkotja a **fény hullámelméletét**, amelynek alapján a fénnel kapcsolatos addig észlelt jelenségeket értelmezni tudta. A fény hullámtermészetéről először 1648-ban M. Marzi beszélt, 1665-ben pedig F. Grimaldi és R. Hooke is.

– Ch. Huygens felfedezte a **fénypolarizáció** jelenségét és elsőként határozta meg a nehézségi gyorsulás értékét Párizsban ($g = 979,9 \text{ cm/s}^2$).

1680 – D. Papin elkészíti az első nagynyomású tartályt (**Papin-fazék**), amelyet 1681-ben biztonsági szeleppel látott el.

A klasszikus fizika kialakulásának periódusa (XVIII. sz. vége – XX. sz. kezdete)

Első szakasz (XVIII. sz. vége – XIX. sz. 60-as évei)

1687 – Megjelent I. Newton „A természetfilozófia (természet törvények) matematikai alapjai” c. munkája, a fizikatörténet egyik igen fontos alkotása. A bolygók mozgásának kepleri törvényeire alapozva kimondta és bebizonyította az **általános tömegvonzás** törvényét és miután megállapította az abszolút térben nyugvó vo-

natkoztatási rendszert, megfogalmazta a mechanika alaptörvényeit. Newton eredeti megfogalmazása szerint:

I. törvény: „Minden test megőrzi nyugalmi állapotát vagy egyenesvonalú egyenletes mozgását, amíg és amennyiben a reá ható erők következtében nem kényszerül ezen állapot megváltoztatására.”

II. törvény: „A mozgásmennyiség változása arányos a mozgató erővel és amaz egyenes irányában megy végbe, melynek mentén ez az erő hat.”

III. törvény: „A hatás (akció) mindig egyenlő és ellentétes irányú az ellenhatással (reakció), vagy másként – két test kölcsönhatása mindig egyenlő és ellentétes irányú.”

– I. Newton az ingamozgást leíró törvényből következtetett a **hangsebességre**.

1690 – Ch. Huygens a „Tanulmány a fényről” c. munkájában írta le (a kéziratot 1678-ban fejezte be) a fény hullámelméletét (a fényt az éter rugalmas ütközései hozzák létre), a burkolóhullámok felépítésének elvét (**Huygens-elv**) és az általa felfedezett fénypolarizáció jelenségét.

1697 – Georg Ernst Stahl [stál] (német vegyész, orvos; 1660-1734) kidolgozta a **flogiszon elméletet**. A flogiszon hipotézis I. Becher-től származik (1669).

1669 – Gillom Amontons [amonton] (francia fizikus; 1663–1705) felfedezte a szilárdtestek külső sűrűlódását.

1701 – Josepf Sauveur [szavjor] (francia tudós, a zenei akusztika megalapítója; 1653–1716) bevezette az **állóhullámok** fogalmát.

1703 – Ch. Huygens a centripetális erő kérdését, formuláját először tárgyalja „A centripetális erő” c. tanulmányában.

– Holland ékszerészek turmalin kristályon megfigyelték a piroelektromos jelenséget. Ezt a jelenséget 1754-ben John Canton (angol kísérleti fizikus; 1718–1772) és Franz Epinus (német fizikus; 1724–1802) is felfedezte.

1704 – Newton „Optika” c. munkájában kidolgozta a fény visszaverődésének, törésének, elhajlásának, színeinek elméletét. A fényt a fényforrásból kiinduló részecskék sokaságának tekintette és ezzel a fénytant mechanikai alapokra helyezte.

1706 – idős Francis Hauksbee [haukszbi] (angol kísérleti fizikus; 1666–1713) elkészítette az első üveg dörzelektromos gépet.

– Megkezdődtek a **gázkisülési** vizsgálatok (F. Hauksbee).

1707 – D. Papin leírta az első **magasnyomású gőzgép** tervét.

1710 körül – Daniel Gabriel Fahrenheit (Danzingban született fizikus; 1686–1736) jó minőségű hőmérőket készít. A **hőmérsékleti skála kialakulása** D. Fahrenheit, R. Réaumur (1730) és Anders Celsius (svéd csillagász és fizikus; 1701–1744) (1742) nevéhez fűződik.

1710 – Wilhelm Leibniz **megkülönböztette a csúszósurlódást és a gördülőlellenállást.**

1715 – Brook Taylor [tejlör] (angol matematikus; 1685–1731) közölte a **húr rezgésszámát** megadó képletet.

1718 – J. Jurin [zsürin] felfedezte a kapilláris emelkedés törvényét (**Jurin-törvénye**).

1727 – Johann Schulze [sulc] (német természettudós; 1687–1744) ezüst-nitrátos, 1780 körül Jacques Alexandre Charles [csarlász] (francia fizikus; 1746–1823) **ezüst-kloridos papíron készített árnyékképeket napfénnel.**

1729 – Stephan Gray [gréj] (angol fizikus; 1666–1736) felfedezte az elektromos vezetést és igazolta, hogy az **elektromos töltések a vezető felületén helyezkednek el.**

– Pierre Bouguer [buger] (francia tudós; 1698–1758) „Optikai kísérletek a fényerősség fokozataival kapcsolatban” c. művében a fotometria alapjait rakta le. Két egymás mellé állított ernyő egyenlő megvilágításával hasonlította össze a fényfonásokat. Először foglalkozott a testek

visszaverő- és elnyelőképességével. Megállapította, hogy a testek visszaverőképessége függ a beesés szögétől és megtalálta az elnyelés törvényét: a fény intenzitása az elnyelő réteg vastagságával mértani arányban csökken (**Bouguer-Lambert-Beer-törvény**).

1730 – R. Réaumur javasolta a hőmérő skálájának 0°-tól 80°-ig történő beosztását.

1733 – Chester Moor Hall (angol természettudós; 1703–1771) elkészítette az első akromatikus lencsét és feltalálta az akromatikus távcsövet.

– Charles Dufay [djufe] (francia fizikus és kémikus; 1698–1739) és mások felfedezték a **kétféle elektromosságot** és megfigyelték, hogy az **azonos nemű töltések taszítják, a különböző neműek pedig vonzzák egymást.**

1736 – Megjelent L. Euler „Mechanika” c. munkája, amelyben a **szabadpontmozgás és kényszermozgás** elméletét fejtette ki. Lerakta a **pörgettyűk** mozgásának elméleti alapjait, foglalkozott a Hold mozgásával és ballisztikai kérdésekkel. Megalapozta a légoszlopok rezgéseinek elméletét. Először használta a **tehetetlenségi nyomaték** fogalmát. (A tehetetlenségi nyomaték először Ch. Huygens 1673-as munkájában szerepelt.)

1738 – D. Bernoulli „Hidrodinamika” c. művében írta le az energiamegmaradás törvényét a hidrodinamikában, amely kimondja, hogy ideális folyadék stacionárius áramlásakor a vízszintes áramlási cső mentén a statikus és a torlónyomás összege állandó (**Bernoulli-egyenlet**).

1740 – P. Bouguer elkészítette az első **fotométert.**

1742 – Jean Teofil Desaguliers [dezagjule] (angol természettudós; 1683–1744) bevezette az **elektromos vezető és nemvezető fogalmát.**
– A. Celsius javasolta a 0°–100°-os hőmérő skála bevezetését.

1743 – Christian August Hausen (német fizikus; 1693–1743) tökéletesítette O. Guericke dörzselektromos gépét.

1744 – Pierre Louis Moreau de Maupertuis [mopertüi] (francia fizikus és matematikus; 1698–1759) kimondta – elég homályosan – a legkisebb hatás elvét; amely szerint a természet minden változásánál a felhasznált energia mennyisége mindig a minimum felé törekszik.

1745 – Edwald Jürgen Kleist (német fizikus; kb. 1700–1748) és tőle függetlenül Pieter von Musschenbroek [muscsenbruk] (holland fizikus; 1692–1761) elkészítették az első **elektromos kondenzátort** (Leideni palack).

1746 – John Ellicott (angol tudós, órákészítő; kb. 1706–1772) mérlegelési elven alapuló **elektrométert** készített.

– L. Euler és D. Bernoulli felállítják az **impulzus-momentum megmaradásának törvényét**.

1747 – Jean Antoine Nollet [nolle] (francia kísérleti fizikus; 1700–1770) **elektroszkópot** készített.

1748 – Mihail Vasziljevics Lomonoszov (orosz tudós; 1711–1765) megfogalmazta az anyag és mozgás megmaradásának elvét: anyag és mozgás nem teremthető és nem szüntethető meg (**az anyag és mozgás megmaradásának Lomonoszov-féle törvénye**).

– J. Nollet felfedezi a **diffúzió** és az **ozmózis** jelenségét. Az ozmózis első részletes tanulmányozója 1826-ban Henry Dutrochet (francia fizikus; 1776–1847) volt, aki megállapította, hogy az ozmózisnyomás arányos az oldat koncentrációjával.

1750 – M. V. Lomonoszov „Gondolatok a meleg és hideg okáról” c. munkájában fejtette ki hőelméletét. Szerinte a hő az anyag részecskéi forgásának tulajdonítható. Ebben a munkában foglalkozik a szerző az **abszolút zérusfok** létezésének problémájával.

– Segner János András (magyar matematikus és fizikus; 1704–1777) elkészítette az első **hidraulikus turbinát** (Segner-kerék).

– Benjamin Franklin (amerikai államférfi, természettudós; 1706–1790) feltalálta a **villámhárítót**. 1753-ban Johann Heinrich Winkler (német fizikus; 1703–1770), 1754-ben Prokop Divish (cseh fizikus; 1698–1765) készített villámhárítót. – B. Franklin bevezette a **pozitív és negatív töltés fogalmát**, a + és – jellel való jelölésüket, felállította a **töltésmegmaradás törvényét** és kidolgozta az elektromosság egységes elméletét.

1755 – „A folyadékok mozgásának általános elvei” és a „Folyadékok egyensúlyának általános elvei” c. műveiben L. Euler kidolgozta a folyadékok analitikus mechanikáját és megadta az **ideális folyadékok** mozgásegyenletét. L. Euler D. Bernoullival együtt az elméleti hidrodinamika megalapítói.

– Jean Andre Deluc [deljuk] (svájci fizikus; 1727–1817) először állapította meg, hogy a jég megolvasztása során nem elég a jeget olvadáspontjáig felmelegíteni, még szükséges vele bizonyos mennyiségű hőenergiát (**latens hő**) közölni, hogy folyadék halmazállapotúvá változzon.

– A latens (rejtett hő) létezését a jég olvadásánál és a víz forrásánál J. Deluc és Johann Karl Wilcke [vilke] (német származású svéd fizikus; 1732–1796) fedezték fel.

1756 – M.V. Lomonoszov kémiai reakciók vizsgálata során felfedezte a **tömegmegmaradás törvényét**. Ezt a törvényt 1774-ben Antoine Laurent Lavoisier [lavoázé] (francia kémikus; 1743–1794) is felfedezte.

1757 – John Dollond (angol fizikus; 1706–1761) elkészítette az első akromatikus lencsét és prizákat, amelyeknek elvét tőle függetlenül 1747-ben L. Euler is felismerte.

1758 – Rudger Joszip Boskovics (horvát tudós és filozófus) „A természetfilozófia elmélete, amely olyan egyedüli törvényen alapul, amely a természetben jelen van” c. tanulmányában megkísérelte az összes fizikai jelenség magyarázatát.

1760 körül – Joseph Black [blek] (skót kémikus; 1728–1799) először tett különbséget a hőmérséklet és a **hőmennyiség között**.

– J. Black határozta meg a hőmennyiség mértekegységét, a **kalóriát**.

1760 – Johann Heinrich Lambert (német matematikus, fizikus és csillagász; 1728–1777) „Fotometria vagy összehasonlítás a fény, színek, sötét méréséről” c. művében megfogalmazta a fotometria alaptörvényeit, többek között a fény gyengülésének törvényét közegekben (Bougeur-Lambert-Beer-törvény).

1762 – J. Black először mérte meg a **jég olvadás- és párolgáshőjét**.

1763 – Ivan Ivanovics Polzunov (orosz mérnök; 1728–1766) **gőzgépet** tervezett.

1766 – Joseph Priestley [prisztli] (angol teológus, fizikus, vegyész, természettudós; 1733–1804) igazolta, hogy az elektromos töltések között fellépő erő fordítottan arányos a távolság négyzetével.

1769 – James Watt (angol mechanikus; 1736–1819) **szabadalmaztatta a gőzgépet**.

1770 – J. Black bevezette a **fajhő** fogalmát.
– J. Watt a teljesítmény egységének a **lóerőt** javasolta.

1772 – P. Laplace bevezette a **potenciál** fogalmát, de az elnevezés George Green [grin] (angol fizikus és matematikus; 1793–1841) nevéhez fűződik.

– Giambattista Beccaria [bekkaria] (olasz fizikus; 1716–1781) és Henry Cavendish [kavendis] (angol fizikus és kémikus; 1731–1810) felismerik, hogy az elektromos jelenségek leírásához két fogalmat, a **töltésmennyiséget** és a **felületi töltéssűrűséget** kell használni.

– H. Cavendish a torziós mérlege segítségével igazolja, hogy az elektromos töltések között ható erő fordítva arányos a közöttük lévő távolság négyzetével.

– J. Deluc felfedezi a víz anomális viselkedését: **a víz legnagyobb sűrűsége** nem a víz fagyás-

pontjánál, hanem **4°C hőmérsékletnél van**.

– J. Wilcke keverési kaloriméterrel először mérte meg szilárdtestek fajhőjét.

1775 – Alessandro Volta (olasz fizikus; 1745–1827) tökéletesíti az *Epinus* által 1775-ben megépített **elektrofort**.

– A francia Akadémia ezidőtől kezdve nem fogad el beadványokat örökmozgóval kapcsolatban.

1777 – A. Lavoisier és P. Laplace elkészítették az első **jégkalorimétert**.

– Carl Wilhelm Scheele (svéd patikus, vegyész; 1742–1786) megfigyelte és bevezette a **hőszugárzás** fogalmát („sugárzási hő”). A hőszugárzást és visszaverődését 1657–65 között firenzei tudósok fedezték fel.

1778 – A. Lavoisier és P. Laplace számos szilárdtest hőtágulási együtthatóját határozta meg.

1777-1802 között – J. Lambert, Erasmus Darwin (angol természettudós; 1731–1802), Marcus Auguste Pictet [pikte] (svájci származású francia fizikus; 1752–1825) és John Dalton (angol vegyész; 1766–1844) megfigyelték, hogy a hirtelen kiterjedő gáz lehűl, a hirtelen összenyomott pedig felmelegszik.

1781 – A. Volta érzékeny **szalmaszálas elektroszkópot** készített.

1782 – Felfedezték a **piezoelektromos** jelenséget (R. Goy).

1783 – A. Volta elektromos sűrítőt, **kondenzátort** készített.

– A. Lavoisier és P. Laplace az 1777-ben készített jégkaloriméterrel sok szilárdtest és folyadék fajhőjét határozta meg.

1784 – J. Watt kétfokozatú folytonos forgómozgású gőzgépet készített (Watt-féle gőzgép), tökéletesítve a Thomas Newcomen [nyúkomen] (angol kovács, mechanikus; 1663–1729) 1774-ben épített egyszerű gőzgépét.

– C. Coulomb az elektromos és mágneses erők mérése céljából **torziós mérleget** készített (**Coulomb-mérleg**).

1785 – C. *Coulomb* felállítja az elektromos kölcsönhatás alaptörvényét (**Coulomb-törvény**). Az elektromos kölcsönhatási erő fordított arányosságát a távolság négyzetétől 1760-ban D. *Bernoulli*, 1766-ban J. *Priestley* és 1771-ben H. *Cavendish* is felfedezte. Az elektromos töltések nagyságától való arányosság felfedezése C. *Coulomb* érdeme.

1786 – Elkészítették az első **diffrakciós rácsot** – 1821-től kezdve a diffrakciós rácsot Joseph *Fraunhofer* (német fizikus; 1787–1826) sokoldalúan használta ezért sokan őt tartják a diffrakciós rács megalkotójának.

1786 – Luigi *Galvani* (olasz fizikus, orvos; 1737–1798) felfedezte, hogy a békacomb összerándul, ha két idegszála között kétféle fém-mel kapcsolat létesül. A jelenséget tévesen az **állati elektromossággal** magyarázta.

1787 – Ernst *Chladni* [hladni] (német fizikus; 1756–1827) felfedezte a **húrok és pálcák longitudinális rezgését** és előállította a lemezek rezgésállapotát szemléltető, róla elnevezett porábrákat (**Chladni-féle ábrák**).

– J. *Charles* felfedezte az egyik gáztörvényt: a gáz nyomásának a hőmérséklettől való függését (*Charles-törvény*).

1791 – Pierre *Prevost* [prévó] (svájci fizikus; 1751–1839) a hősugárzást tanulmányozva megállapította, hogy „valamely test hősugárzás révén nyert hőmennyisége egyenlő a környezetből felvett és az általa a környezetének kisugárzott hőmennyiség különbségével” (*Prevost tétele*).

1794 – E. *Chladni* tisztázta a pálcák és a **hangvilla rezgéseinek törvényeit**.

1796 – P. *Laplace* „A világrendszer kifejtése” c. művében írta le a naprendszer kialakulásáról alkotott hipotézisét.

1798 – G. *Cavendish* két test kölcsönhatását torziós mérlege (inga) segítségével igazolta. Felhasználva *Newton* tömegvonzási törvényét, kiszámította a Föld sűrűségét ($5,18 \text{ g/cm}^3$).

– Benjamin Thomas *Rumford* (angol fizikus; 1753–1814) fűrészi kísérletével tisztázta a hő-mibenlétét.

1799 – Humpry *Davy* [dévi] (angol kémikus; 1778–1829) két jégkockát összedörzsölve (*Davy-kísérlet*) igazolta, hogy **mechanikai munkával hőenergia nyerhető**.

– A. *Volta* összeállította az első **egyenáramú áramforrást** – a **Volta-oszlopot** – a galván-elem prototípusát.

– E. *Chladni* felfedezte a **pálcák torziós rezgését**.

1800 – William *Herschel* (angol csillagász, orgonista és karmester; 1738–1822) felfedezte az infravörös sugárzást.

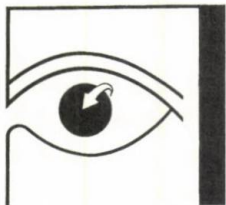
– William *Nicholson* [nikolszon] (angol fizikus; 1753–1815), Johann Wilhelm *Ritter* (német fizikus és kémikus; 1776–1810) felfedezték a víz felbontását elektromos árammal. Elektromos szikrát vízen keresztül bocsátva hidrogén és oxigén felszabadulását figyelte meg 1789-ben Paets van *Troustwijk* (holland kémikus; 1752–1837) és *Drimann* holland kísérletező.

– Thomas *Young* [jung] (angol fizikus, orvos; 1773–1829) felfedezte a **hanghullámok interferenciáját** és felállította a **hullámok szuperpozíciójának elvét**.

– Felfedezték az **elektromos áram hőhatását**.

Irodalom

- [1] Yu. A. Hramov: Fiziki. „Nauka”, Moszkva, 1983.
- [2] Természettudományi lexikon. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1968.
- [3] P. Sz. Kudrjavcev: A fizika története. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1951.
- [4] Ernst Peter Fischer: Arisztotelész, Einstein és a többiek. SAXUM Kft., Budapest, 1998.
- [5] Simonyi Károly: A fizika kultúrtörténete. Gondolat Kiadó, Budapest, 1986.
- [6] ifj. Gazda István – Sain Márton: Fizikatörténeti ABC. Tankönyvkiadó, Budapest, 1978.



NET-LESEN

„Megzavarodott” üvegek gombnyomásra

Ha a kánikulai hőségben tűz a nap, s otthon ülve szeretnénk félhomályban maradni, leeresztjük a redőnyt, a relaxát, vagy behúzzuk a függönyt. Lehetne azonban másik megoldás is: csak egy gombnyomás, s az áttetsző ablaküveg „megzavarosodik”, és nem ereszt be a napsugarakat.



Mindez ma még csak álom, de a Budapesti Műszaki Egyetem Fizikai Kémia Tanszékén sikerült kifejleszteni olyan gérendszereket, amelyek

segítségével az álom valósággá válhat.

Zrínyi Miklós vegyész fejlesztőmunkája során a folyadékok közismert sajátosságából indult ki, miszerint a hőmérséklet növekedése vagy csökkenése hatására némely folyadék megzavarosodik, majd az eltérő sűrűségkülönbségek miatt két fázisra válik szét.

A kutatók célja az volt, hogy szabályozottan hozzák létre vagy szüntessék meg a zavarosságot, és megakadályozzák a fáziselkülönülést. Ezt egy különleges gél kifejlesztésével sikerült elérni.

„Elképzelésünk az volt, hogy kémiaiilag úgy alakítjuk át a rendszert, hogy egyes makromolekulákat kémiai kötással összekötünk. Ekkor nem képesek térben szétválni egymástól, ugyanakkor megtartják a jelenség lényegi vonását, amit úgy neveznek a szakirodalomban, hogy alsó kritikus szételegyedési hőmérséklet.

Tehát olyan gél kellett kifejleszteni, amely mutatja az alsó kritikus szételegyedési hőmérsék-

letét, ugyanakkor a molekulák szétválása a gélben csak molekuláris szinten valósul meg.”

A bonyolult fizikai magyarázatot egy egyszerű kísérlet közben magyarázza el Zrínyi professzor. A laboratóriumukban készült, üvegszerűen áttetsző táblát előbb hajszárítóval felmelegíti, minek hatására az üveg „megzavarosodik”. Majd jégkockával hűteni kezdi, amikor is ismét átlátszóvá válik.

A magyar kutatók az általuk szabadalmaztatott különleges anyagot gélüvegnek nevezték el.

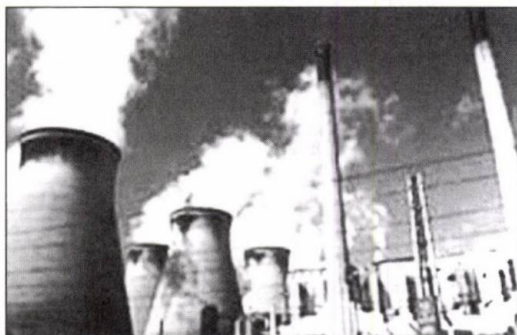
A Budapesti Műszaki Egyetem mérnökeinek legújabb eredménye, hogy most már elektromos hatással is meg tudják változtatni – mégpedig tetszésük szerint – a gélüveg fényáteresztő képességét.

Felmelegedés várható

A Föld hőmérséklete a kibocsátott káros gázoktól függetlenül is emelkedni fog.

A következő ötven évben az üvegházhatást fokozó légszennyezés visszaszorítása esetén is számíthatunk rá, hogy bolygónk hőmérséklete emelkedni fog – jelentették be a NASA szakemberei.

Egy számítógépes klímavizsgálat kimutatta, hogy mindez abban az esetben is bekövetkezik, ha nemzetközi összefogással csökkentik a gázki-



bocsátást. A légszennyezés visszafogása esetén ugyanakkor kisebb mértékű felmelegedésre számíthatunk, s elkerülhetjük az előre jelzett legrosszabb forgatókönyvet, hívta fel a figyelmet James Hansen, a kutatás vezetője.

Amennyiben a gáz kibocsátás a jelenlegi ütemben fokozódik, a klímaváltozás elérheti az 1-2 Celsius-fokot.

Ha a szén-dioxid-kibocsátás növekedése megáll, s ugyanez történik az egyéb levegőt szennyező, emberi egészségre ártalmas anyagokkal, a változást 0,75 Celsius-fokra becsülik.

A klíma-tanulmány meggyőzően demonstrálta, hogy az elmúlt fél évszázad során megfigyelt globális felmelegedést túlnyomó részben az éghajlatot drasztikusan befolyásoló tényezők, illetve a Föld energia-egyensúlyának zavarai okozták.

Különösen drasztikus hatással van a légkörre az emberiség által kibocsátott szén-dioxid- és metánréteg, mely paplanként tartja maga alatt a bolygó hőjét.

Megtalálták Stonehenge német párját

Az angol csillagvizsgáló párjára bukkantak Németországban. A lelet 3600 évével valószínűleg a legrégebbi feltárt csillagászati obszervatórium, állítják a szenzációt sejtő kutatók.

A régészek következő lépésként összevetik a leletet az angliai Stonehenge-ben található hasonló építménnyel.

A feltárás során előkerült egy két kilogrammos, közel 32 centiméter átmérőjű bronzkorong, rajta csillagbrákkal. A tudósok úgy vélik, a korongot Közép-Németországban, a Harz-hegységben készíthették.

Az aranyberakásokkal a Nap, a Hold és egyes csillagok, esetleg a Hold és telihold állása-

nak képét rögzítették, véli Wolfhard Schlosser, a Bochumi Egyetem régész-csillagásza. Az egyik csillagkonstelláció hét aranypöttyével valószínűleg a Fiastyúk csillagkép 3600 évvel ezelőtti állását mutatja.

A feltárás másik jelentős lelete az a közel 200 méter átmérőjű földsánc, amely egykor egy facölöpökből álló épületet ölelhetett körül.

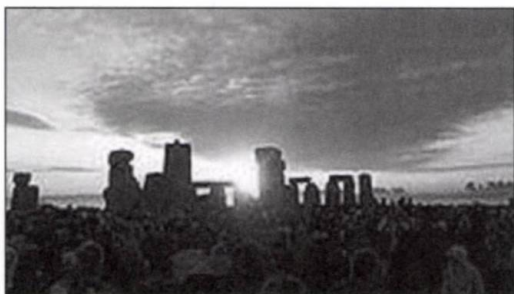
„A kutatók úgy vélik, az építmény és a korong együtt szolgálhatott az idő, s ezzel a vetés és aratás idejének meghatározására” – magyarázza Harald Meller, a tartomány Őstörténeti Múzeumának vezetője. „Innen kísérték figyelemmel a Nap járását, amiből nagy pontossággal megtudták becsülni a nyári és a téli napfordulót.”

A csillagvizsgáló egy évezreden át szolgálta a környék lakóit. Az utómunkálatok során, augusztus 20. óta a földből további, több mint 100 kisebb lelet került elő. Közülük a legjelentősebb az a 2700 éves spirál karika, amelyet tulajdonosa nyakékként viselhetett. A nagy jelentőségű felfedezést a Nebra-közi erdőben először szeptember 25-én tárják az érdeklődő újságírók és szakemberek elé.

A tervek szerint a várhatóan világszenzáció-nak számító építményt rekonstruálják, s a feltárási munkálatokat követően a helyszínből turistalátványosságot alakítanak ki, melynek közepén az árokkal övezett csillagvizsgáló áll majd.

Kövéredik és laposodik a Föld

A Föld kövérebb az Egyenlítő mentén, mint korábban, a két sarkkörnél pedig laposabb – állapította meg a Topex/Poseidon francia-amerikai műhold, amelyet az amerikai űrközpont, a NASA bocsátott fel földkörüli pályájára. Ennek oka bolygónk gravitációs mezőjének módosulása, amely a szakértők szerint a tengerek mozgásának következménye. 1998 előtt az Egyenlítő kövérsége csökkent a legutóbbi jégkorszak óta bekövetkezett jégolvadás hosszú távú hatásaként. Az elmúlt években azonban ez a folyamat megfordulni látszik, és feltételezik, hogy az óceánok mélyén átrendeződtek egyes víztömegek a nagy tengeráramlatoknak köszönhetően, amelyek az Egyenlítő felé terelik ezeket.





MEGAFON

A fizikatanítás pedagógiája

Szerkesztő: Radnóti Katalin – Nahalka István

Andig így volt, de a fizikaoktatás jelenlegi nehéz helyzetében különösen igaz, hogy a tanulás-tanítás sikerének egyik alapvető feltétele a gyermekközpontú iskola, ami nem képzelhető el a tanárok korszerű szakmai, pszichológiai, módszertani felkészültsége nélkül. Az iskolák jelenlegi külső és belső feltételei között tehát nem elegendő a már megszokott, jól bevált eszköztárunkat alkalmazni a tanulókat segítő oktató-nevelő munkánkban. Felkészültségünk megújításához ezért minden segítséget és lehetőséget célszerű igénybe venni, mert csak így van remény hatékony munkára.

Ehhez a minden szempontból megtérülő, nélkülözhetetlen előrelépéshez szeretnék ajánlani egy könyvet, amely kiemeli és egy új szemléletű módszer alapjává teszi a gyermek megismerésének, valamint a tanítási-tanulási folyamatba való bevonásának a konstruktivista pedagógián alapuló lehetőségét. A könyv szakmai színvonalát és használhatóságát a gyakorlati munkában a szerzők – négy kiváló tanár: Radnóti Katalin, Nahalka István, Poór István és Wagner Éva – eddigi munkássága garantálja.

Ez a tizenegy tanulmányból álló könyv – elsősorban a tanárképzés és a tanári továbbképzés tankönyveként használható – az alapvetően új gondolatok bemutatásán túl felfrissít, tudato-

sít, saját korszerű rendszerében helyére tesz sok már eddig is ismert tudás anyagot. A könyv által egységbe foglalt, munkánk megújításához nagyon hasznos, korszerű gondolatok, és jól használható gyakorlati tanácsok – nehezen volnának összegyűjthetők, és nem képeznének ilyen egységes, modern szemléletű rendszert.

A tizenegy tanulmány címe jól összefoglalja a könyv mondanivalójának lényegét:

1. Bevezetés. A fizikaoktatás problémáit és a fizika-szaktudományt, mint tudományt, valamint annak különböző felfogású modelljeit mutatja be.

2. A fizikatanítás történetének áttekintése

3. Különböző tudományterületek kapcsolatai a fizikával

4. A fizikatanítás tudományelméleti háttere

5. A fizikatanítás konstruktivista alapjai.

Ebből a fejezetből ismerhetjük meg a szerzők által összeállított új szemléletű módszertan alapelveit és gondolati rendszerét. Itt válik értethetővé a módszer elnevezésében szereplő konstruktív (építő, előrevivő, a haladást szolgáló) jelző. A gyerek a tudást ugyanis nem passzívan befogadja, hanem aktívan létrehozza, a benne egyéni módon tükröződő világból szerzett tapasztalatokat a már birtokolt tudásába sa-

játos módon, számára értelmessé formálva építi be. A gyermeki megismerés és tudás tehát egyéni konstrukció, a megismerő és a hozzá képest külső valóság közötti kölcsönhatás eredménye. E módszer szerint a tanítás kulcskérdése a gyerekre, sajátos világlátására, kételyeire, kérdéseire és tevékenységeire való alapozás, koncentráció.

A gyerekeknek személyes tapasztalataik, ismereteik alapján egyéni elképzelésük van a világról, de ezt legtöbbször nem tudják nyelviileg kifejezni. Ezért fontos a tapasztalatok, gondolatok csoportos megbeszélése.

6. A gyermektudomány elemei a fizikában. Itt fejt ki és szemlélteti fizikai jelenségek megértésén a szerző, hogy a konstruktivizmus szemléletmódja alapján a gyermekek gondolkodása, tanulása, problémamegoldása, kommunikációja, cselekvéseik irányítása nem a közvetlen, érzékszervekkel szerzett információkon, vagyis a tapasztalaton, hanem az azok feldolgozásával kialakított és általuk így birtokolt „naiv elméleteken” alapszik.

7. Problémák és feladatok megoldása a fizika tanulása során

8. Tanulásszervezési lehetőségek a fizikaórán

9. A szemléltetés lehetőségei a fizikaórán

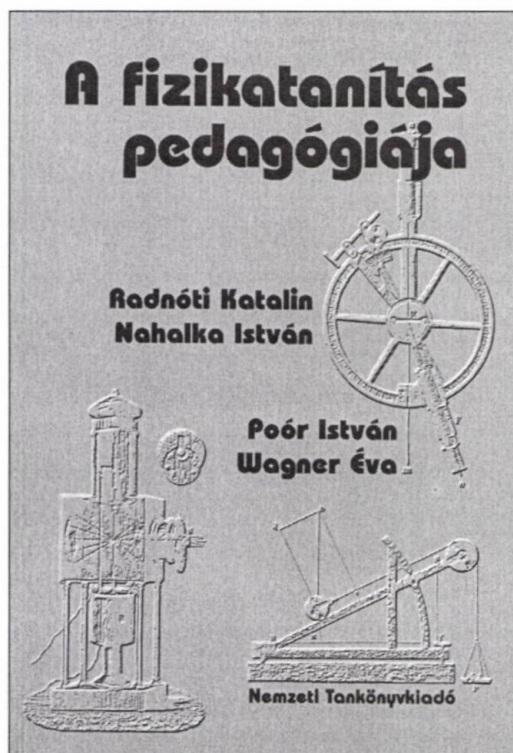
10. A fizika tanításának tervezése

11. A fizika tanítása során előkerülő főbb témakörök feldolgozási lehetőségei.

Ez a fejezet elsősorban olyan gondolatokat mutat be, amelyeket a szerzők a tanároknak szánnak ismereteik elmélyítésére. Nem azt szemléltetik tehát, hogyan kellene a gyerekeknek megtanítani az adott témát, hanem arra hívják fel a figyelmet, hogy mit célszerű figyelembe venni a tanároknak, amikor megtervezik a tanítandó anyagot.

Tudjuk, hogy a fizikának, mint iskolai tantárgynak most alakul át jelentősen a cél- és követelményrendszere, szemléletmódja és sajnos tanításának óraszámja is. Ezzel egy időben, a neveléstudományban is „forradalmi” folyamatok mennek végbe. Ennek egyik jelentős irányzata a konstruktivista pedagógia, ami jól kapcsolható az eddigi sikereinket biztosító csoportmunkával, tanulói kísérletekkel, kölcsönhatásra építéssel stb. jellemezhető fizikatanításunkhoz. A közel ötvenéves tanári tapasztalatom alapján tudom, „egyedül üdvözítő módszerek” a pedagógiában sincsenek, de bátran állítom, hogy a „Fizikatanítás pedagógiája” című könyv áttanulmányozása és gondolatainak alkalmazása nélkül szegényesebb lenne tanári eszköztárunk.

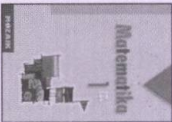
Halász Tibor



MOZAIK MÓDSZERTANI NAPOK

SZEGED • 2002. november 28., Arany J. Ált. Isk., Kukovecz Nana u. 4-6.

BUDAPEST • 2002. december 3., Baross G. Ált. Isk., VII. ker., Hernád u. 42.

ÁLTALÁNOS ISKOLA						
Alsó tagozat	Történelem Magyar nyelv	Fizika Informatika	Biológia - Kémia	Földrajz Hon- és népismeret	Ének-zene Művészettörténet	
1000	Olvasás és pedagógia Ének-zene Képességfejlesztés a könyvtárral tanításban 	Történelem 5 	FIZIKA 7 	BIOLOGIA 7 	FÖLDRAJZ 7 	ÉNEK-ZENE 7 
1300	Matematika 	Anyonyelv 6 	Informatika 7 	KÉMIA 8 	MODULTANTERV A FÖLD 5-6 	ÉNEK-ZENE 6 
1400	Matematika 	Anyonyelv 9 	FIZIKA 10 	BIOLOGIA 10 	FÖLDRAJZ 10 	A FÖLD 10 
KÖZÉPISKOLA						
	Magyar nyelv	Fizika	Biológia	Földrajz	Földrajz	
	Kosztolányi József – Urban János: Sokszínű matematika 9., 10., 11. osztály	Lardine dr. Egon Zsuzsa: A sílus, mint az önérvényesítés eszköze Anyonyelv 9., 10. osztály	Jurits József: Hajnalka fizika Fizika 10. osztály	Gál Béla: A biológia szerepe a mindennapi életben Gimnázium 10. osztály	János Ilona/Virzsi Albertné: Szemléltető és történelmi képek a földrajzoktatásban	Makádi Mariann: Tanulási technikák a földrajzban
	Szabados Anikó – Árvai: Sokszínű matematika 1., 2. Könyvtárral tanításban Könyvtárunk hírközlő 1., 2.	Balkovitzné Gyöngyi Magda: Fogalmazási ismeretek és anyonyelv a felső tagozaton Anyonyelv 5., 6., 7. osztály	Rozgonyi-Boros Ferenc: Számítástudomány 5–10.	Dr. Siposné dr. Kedves Éva: A képességfejlesztés lehetőségei a kémia tanításban Kémia 7–10. osztály	Makádi Mariann: Hogyan tanítsunk hon- és népismeretet? – B változat 5., 6. osztály	Falcione Sándor: A vizuális kommunikáció egy tantervi példáján Művészettörténet 5., 6., 7.

www.kozepiskola.hu

www.alfajanosiskola.hu

Szeretettel várjuk Önöket a kiadó továbbképzéssel egybekötött tankönyvbemutatójára.

Kérjük, részvételi szándékukat november 26-ig jelezzék levélben a 6701 Szeged, Pf. 301.,

e-mailen a rendeles@mozaik.info.hu címen, vagy a (62) 470-101 telefonszámon.

A rendezvényen a részvétel ingyenes. Tankönyveink a helyszínen 30% kedvezménnyel megvásárolhatók.

www.mozaik.info.hu

MOZAIK
www.mozaik.info.hu